

Secciones Actualizadas

Sección 105.) CONTROL DEL TRABAJO

105.01 Autoridad del Administración.

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

La Administración decidirá ante todos los problemas que se presenten en cuanto a la calidad y aceptabilidad de los materiales suministrados, al trabajo ejecutado y al avance en la ejecución de la obra.

La Administración decidirá en caso de surgir dudas respecto a la interpretación de los planos y especificaciones, así como en aquellas dudas que surjan acerca del contrato mismo, la decisión de la administración se fundamentará en un criterio de ingeniería tomando en consideración todos los hechos, las variaciones inherentes en la elaboración y en los ensayos de los materiales para las carreteras, experiencias obtenidas en el pasado, resultado de investigaciones y otros factores relacionados con el problema, incluyendo todos los reglamentos, instrucciones y pautas establecidas por el gobierno para la administración de obras públicas bajo contrato. Deberá de hacerse todas las pruebas o ensayos que la administración opine que sean necesarias para determinar el grado de concordancia del material o del trabajo que se trate, con los planos o especificaciones correspondientes.

105.02 Autoridad de los inspectores gubernamentales.

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

105.03 Especificaciones, planos y dibujos.

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

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

esfuerzos, esquemas de anclajes, planos de construcción y listas del equipo.

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

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

- (b) Requisitos específicos para estructuras de concreto y misceláneas. El Contratista debe suministrar diseños y/o esquemas para fundaciones, obras falsas, trabajos de construcción, sistemas de soporte temporales, encofrados, estructuras de desvío y otras obras transitorias, así como para métodos de construcción propuestos. Éstos deben proporcionarse con el sello y firma de un profesional con destreza en el campo de diseño respectivo.
- (c) El contratista no deberá de aprovecharse de cualquier error u omisión aparente en los planos o especificaciones. En caso del que el Contratista detecte algún error u omisión, deberá de notificar a la administración inmediatamente. La Administración hará tales correcciones e interpretaciones que sean necesarias para el cumplimiento del propósito de los planos o especificaciones, indicando su criterio o las justificaciones técnicas que correspondan.

105.04 Coordinación de los documentos del Contrato.

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

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

105.05 Restricciones de carga.

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

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

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

Sección 107.) ACEPTACIÓN DEL TRABAJO

107.01 Conformidad con los requisitos del Contrato.

Las alusiones a los métodos estándares de prueba AASHTO, ASTM y otras autoridades de normalización reconocidas, se refieren a los métodos vigentes en la fecha de la solicitud de las ofertas.

Cabe apuntar que, tal y como lo establece nuestra legislación, como primera opción deben utilizarse las correspondientes normas nacionales homologadas emitidas por el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO).

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

Las dimensiones que aparecen en los planos y los montos señalados en las especificaciones del Contrato son valores que deben lograrse para cumplir el diseño dentro de las desviaciones permitidas. El trabajo ejecutado y los materiales usados deben ser uniformes en carácter y razonablemente cercanos a los valores prescritos dentro del rango de tolerancia. El propósito de un rango de tolerancia es conciliar variaciones ocasionales de la medida, que resulten inevitables por razones prácticas.

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

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

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

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

- Que el trabajo se acepte a un precio reducido, siempre y cuando el Contratante haya establecido un metodología para tal efecto; o
- Que se realicen medidas correctivas llevando el trabajo a un estado de conformidad.

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

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

107.02 Inspección visual.

La aceptación de la obra se complementará con una inspección visual del trabajo, realizada para efectos de evidenciar en sitio el cumplimiento de las normas del Contrato y las prevalecientes en la industria. Se deberá presentar un informe con fotografías referenciadas y copia de bitácora que evidencien la inspección visual.

107.03 Certificación.

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

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

Puede ser requerida alguna de las certificaciones siguientes:

- a) Certificación de producto: la cual debe ser otorgada por un organismo de certificación que opere un sistema de certificación por tercera parte, según los requisitos descritos en la Guía INTE- ISO/IEC 65. En tales casos, se debe notificar al Contratista que el fabricante se obliga a suministrar una certificación de la producción para cada embarque del material. Ésta certificación debe incluir al menos:
1. Fecha y lugar de manufactura.
 2. Resultados de los ensayos del material del mismo lote y documentación emitida por el sistema de inspección y ensayo sobre el respecto.
 3. Número del lote u otros medios de referencia cruzada de la inspección del fabricante con el sistema de ensayos de la obra.
 4. Declaración del fabricante de que el material cumple con todos los requisitos del Contrato.
 5. Manifestación firmada por el fabricante, u otros medios aceptables, que demuestren el cumplimiento con la certificación.
- b) Declaración de Conformidad del Proveedor: para lo cual se debe cumplir con los requisitos de la norma INTE-ISO/IEC 17050: Evaluación de la conformidad - Declaración de la Conformidad del Proveedor.

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

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

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

107.04 Conformidad determinada o ensayada.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(1) Calcular la media aritmética (X) de los valores de los ensayos:

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

En donde:

Σ = Suma

x = valores de los ensayos individuales

n = número total de valores

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

(2) Calcular la desviación estándar (s):

En donde:

Σx^2 = Suma de los cuadrados individuales de cada valor

$(\Sigma x)^2$ = Suma de los valores individuales al cuadrado

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

En donde:

LSPE = Límite Superior del Parámetro de Especificación

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

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

En donde:

LIPE = Límite Inferior del Parámetro de Especificación

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

(5) Determinar el Porcentaje de Incumplimiento fuera (superior) del límite Superior del parámetro de especificación (PISj).

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

(6) Determinar el Porcentaje de Incumplimiento fuera (inferior) del límite Inferior del parámetro de especificación (PII_j).

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

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

(8) Finalmente, calcular el Nivel de Cumplimiento (NC): $NC = 100 - NI$

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

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

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

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

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

(a) Cuando todas las características de calidad de categoría II sean 1,00, el pago del lote estará basado en el factor de pago individual menor para todas las características de Categoría I. El factor de pago máximo obtenible es 1,00 (con un mínimo de 5 valores de ensayos).

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

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

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

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

107.06 Inspección en la planta.

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

107.07 Inspección en el sitio.

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

107.08 Parámetros de aceptación, control y pago.

- (a) Parámetros de aceptación. Requerimientos de calidad regulados por especificaciones vigentes que le permiten a la Administración aceptar o rechazar una materia prima, un producto manufacturado o un proceso constructivo.
- (b) Parámetros de control. Requerimientos de calidad establecidos por la Administración para que el Contratista los utilice con el fin de garantizar la uniformidad y demostrar el cumplimiento de todas las especificaciones contractuales. Y para los cuales se recomienda emplear métodos estadísticos de control, tales como cartas de control con la frecuencia requerida para asegurar la calidad en los resultados.
- (c) Parámetros de pago. Requerimientos de calidad establecidos por la Administración con los que se medirá el nivel de cumplimiento del trabajo realizado durante un período de estimación de obra para el pago.

107.09 Aceptación parcial y final.

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

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

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

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

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

Tabla 107-1

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

Índice de Calidad Superior (ICSj) o Índice de Calidad Inferior (IClj)	Grado de Libertad (GLj)											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Porcentaje fuera de los límites de especificación (PISj o PIlj)											
0,00	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%
0,05	48,126%	48,103%	48,087%	48,076%	48,067%	48,061%	48,055%	48,051%	48,047%	48,044%	48,041%	48,039%
0,10	46,258%	46,212%	46,180%	46,157%	46,140%	46,127%	46,116%	46,107%	46,100%	46,094%	46,088%	46,083%
0,15	44,401%	44,331%	44,284%	44,250%	44,224%	44,204%	44,187%	44,174%	44,163%	44,153%	44,145%	44,138%
0,20	42,562%	42,468%	42,404%	42,358%	42,324%	42,296%	42,274%	42,257%	42,241%	42,229%	42,218%	42,208%
0,25	40,745%	40,627%	40,546%	40,488%	40,444%	40,410%	40,382%	40,360%	40,341%	40,325%	40,311%	40,299%
0,30	38,956%	38,812%	38,715%	38,645%	38,591%	38,550%	38,516%	38,489%	38,466%	38,446%	38,429%	38,415%
0,35	37,200%	37,030%	36,915%	36,832%	36,769%	36,719%	36,680%	36,647%	36,620%	36,597%	36,577%	36,560%
0,40	35,480%	35,284%	35,150%	35,054%	34,981%	34,924%	34,878%	34,841%	34,809%	34,783%	34,760%	34,740%
0,45	33,801%	33,577%	33,426%	33,316%	33,233%	33,168%	33,115%	33,072%	33,037%	33,006%	32,980%	32,957%
0,50	32,166%	31,915%	31,744%	31,620%	31,527%	31,454%	31,395%	31,346%	31,306%	31,272%	31,242%	31,217%
0,55	30,579%	30,299%	30,109%	29,971%	29,867%	29,785%	29,719%	29,666%	29,620%	29,582%	29,549%	29,521%
0,60	29,042%	28,733%	28,523%	28,371%	28,256%	28,165%	28,093%	28,033%	27,983%	27,941%	27,905%	27,873%
0,65	27,557%	27,218%	26,988%	26,822%	26,695%	26,597%	26,517%	26,452%	26,397%	26,351%	26,311%	26,276%
0,70	26,125%	25,757%	25,507%	25,326%	25,189%	25,081%	24,994%	24,923%	24,864%	24,813%	24,770%	24,732%
0,75	24,748%	24,351%	24,081%	23,885%	23,737%	23,620%	23,527%	23,450%	23,385%	23,331%	23,284%	23,243%
0,80	23,426%	23,001%	22,711%	22,500%	22,341%	22,216%	22,115%	22,032%	21,963%	21,904%	21,854%	21,810%
0,85	22,160%	21,706%	21,397%	21,172%	21,002%	20,868%	20,761%	20,672%	20,598%	20,535%	20,481%	20,434%
0,90	20,950%	20,469%	20,140%	19,901%	19,720%	19,578%	19,464%	19,370%	19,291%	19,224%	19,167%	19,117%
0,95	19,795%	19,287%	18,940%	18,688%	18,496%	18,346%	18,225%	18,126%	18,043%	17,972%	17,911%	17,858%
1,00	18,695%	18,161%	17,796%	17,531%	17,330%	17,172%	17,045%	16,940%	16,852%	16,778%	16,714%	16,659%
1,05	17,648%	17,090%	16,708%	16,431%	16,220%	16,055%	15,922%	15,812%	15,720%	15,642%	15,575%	15,517%
1,10	16,654%	16,073%	15,675%	15,366%	15,166%	14,994%	14,855%	14,741%	14,645%	14,564%	14,494%	14,434%
1,15	15,711%	15,108%	14,695%	14,369%	14,168%	13,989%	13,845%	13,727%	13,627%	13,543%	13,470%	13,407%
1,20	14,818%	14,195%	13,768%	13,459%	13,223%	13,039%	12,890%	12,767%	12,665%	12,578%	12,503%	12,437%
1,25	13,972%	13,331%	12,892%	12,573%	12,331%	12,141%	11,988%	11,862%	11,756%	11,667%	11,590%	11,523%
1,30	13,173%	12,515%	12,065%	11,738%	11,490%	11,295%	11,138%	11,009%	10,901%	10,809%	10,730%	10,661%
1,35	12,418%	11,745%	11,286%	10,952%	10,698%	10,499%	10,339%	10,207%	10,097%	10,003%	9,922%	9,852%
1,40	11,705%	11,020%	10,552%	10,212%	9,954%	9,751%	9,588%	9,454%	9,342%	9,246%	9,164%	9,093%
1,45	11,033%	10,337%	9,862%	9,517%	9,255%	9,050%	8,884%	8,748%	8,634%	8,538%	8,455%	8,382%
1,50	10,400%	9,695%	9,214%	8,865%	8,600%	8,393%	8,225%	8,088%	7,973%	7,875%	7,791%	7,718%
1,55	9,804%	9,092%	8,606%	8,254%	7,987%	7,778%	7,609%	7,471%	7,355%	7,257%	7,172%	7,099%
1,60	9,242%	8,525%	8,036%	7,682%	7,413%	7,203%	7,034%	6,895%	6,779%	6,680%	6,596%	6,522%
1,65	8,714%	7,993%	7,502%	7,146%	6,878%	6,667%	6,498%	6,359%	6,243%	6,144%	6,060%	5,986%
1,70	8,218%	7,494%	7,002%	6,646%	6,378%	6,167%	5,998%	5,860%	5,744%	5,646%	5,561%	5,488%
1,75	7,751%	7,026%	6,535%	6,180%	5,912%	5,702%	5,534%	5,396%	5,281%	5,183%	5,100%	5,027%
1,80	7,312%	6,588%	6,098%	5,744%	5,478%	5,270%	5,103%	4,966%	4,852%	4,755%	4,672%	4,600%
1,85	6,899%	6,177%	5,690%	5,338%	5,074%	4,868%	4,702%	4,567%	4,454%	4,358%	4,277%	4,206%
1,90	6,512%	5,793%	5,308%	4,960%	4,698%	4,494%	4,331%	4,198%	4,086%	3,992%	3,911%	3,842%
1,95	6,148%	5,434%	4,953%	4,608%	4,350%	4,148%	3,987%	3,856%	3,746%	3,654%	3,575%	3,506%
2,00	5,806%	5,097%	4,621%	4,281%	4,026%	3,828%	3,669%	3,540%	3,433%	3,342%	3,264%	3,197%
2,05	5,485%	4,782%	4,312%	3,977%	3,725%	3,531%	3,375%	3,249%	3,144%	3,055%	2,979%	2,913%
2,10	5,183%	4,488%	4,024%	3,694%	3,447%	3,256%	3,104%	2,980%	2,877%	2,791%	2,717%	2,653%
2,15	4,899%	4,212%	3,755%	3,431%	3,189%	3,002%	2,853%	2,732%	2,632%	2,548%	2,476%	2,414%
2,20	4,633%	3,955%	3,505%	3,187%	2,950%	2,767%	2,622%	2,504%	2,407%	2,325%	2,255%	2,195%
2,25	4,382%	3,714%	3,272%	2,960%	2,728%	2,550%	2,409%	2,294%	2,200%	2,120%	2,053%	1,994%
2,30	4,147%	3,489%	3,055%	2,750%	2,524%	2,350%	2,213%	2,102%	2,010%	1,933%	1,868%	1,811%
2,35	3,926%	3,278%	2,853%	2,564%	2,344%	2,165%	2,032%	1,924%	1,836%	1,761%	1,698%	1,644%
2,40	3,718%	3,081%	2,665%	2,373%	2,159%	1,995%	1,866%	1,762%	1,676%	1,604%	1,543%	1,491%
2,45	3,522%	2,897%	2,490%	2,205%	1,997%	1,838%	1,713%	1,612%	1,530%	1,461%	1,402%	1,352%
2,50	3,338%	2,725%	2,326%	2,050%	1,847%	1,693%	1,572%	1,475%	1,396%	1,329%	1,273%	1,225%
2,55	3,165%	2,563%	2,175%	1,905%	1,709%	1,560%	1,443%	1,350%	1,273%	1,210%	1,156%	1,110%
2,60	3,002%	2,412%	2,033%	1,771%	1,581%	1,437%	1,325%	1,235%	1,161%	1,100%	1,049%	1,005%
2,65	2,849%	2,271%	1,901%	1,647%	1,463%	1,324%	1,216%	1,129%	1,059%	1,001%	0,951%	0,910%
2,70	2,705%	2,139%	1,779%	1,532%	1,354%	1,220%	1,116%	1,033%	0,965%	0,910%	0,863%	0,823%
2,75	2,569%	2,016%	1,665%	1,425%	1,253%	1,124%	1,024%	0,945%	0,880%	0,827%	0,782%	0,744%
2,80	2,441%	1,900%	1,558%	1,326%	1,160%	1,036%	0,940%	0,864%	0,802%	0,751%	0,709%	0,673%
2,85	2,320%	1,791%	1,459%	1,234%	1,074%	0,954%	0,863%	0,790%	0,731%	0,683%	0,642%	0,608%
2,90	2,206%	1,690%	1,367%	1,149%	0,995%	0,880%	0,792%	0,722%	0,666%	0,620%	0,582%	0,550%
2,95	2,098%	1,594%	1,281%	1,070%	0,921%	0,811%	0,727%	0,660%	0,607%	0,564%	0,527%	0,497%
3,00	1,997%	1,505%	1,200%	0,997%	0,854%	0,748%	0,667%	0,604%	0,553%	0,512%	0,478%	0,449%
3,05	1,901%	1,421%	1,126%	0,929%	0,791%	0,690%	0,613%	0,552%	0,504%	0,465%	0,432%	0,405%
3,10	1,811%	1,343%	1,056%	0,866%	0,733%	0,636%	0,563%	0,505%	0,459%	0,422%	0,392%	0,366%
3,15	1,726%	1,269%	0,991%	0,808%	0,680%	0,587%	0,517%	0,462%	0,419%	0,384%	0,355%	0,330%
3,20	1,645%	1,200%	0,930%	0,753%	0,631%	0,542%	0,475%	0,423%	0,382%	0,348%	0,321%	0,298%
3,25	1,569%	1,135%	0,873%	0,703%	0,585%	0,500%	0,436%	0,387%	0,348%	0,316%	0,291%	0,269%
3,30	1,497%	1,074%	0,820%	0,656%	0,543%	0,461%	0,401%	0,354%	0,317%	0,287%	0,263%	0,243%
3,35	1,428%	1,016%	0,771%	0,613%	0,504%	0,426%	0,368%	0,324%	0,289%	0,261%	0,238%	0,219%
3,40	1,364%	0,963%	0,725%	0,572%	0,468%	0,394%	0,339%	0,296%	0,263%	0,237%	0,216%	0,198%
3,45	1,303%	0,912%	0,682%	0,535%	0,435%	0,364%	0,311%	0,271%	0,240%	0,215%	0,195%	0,179%
3,50	1,245%	0,864%	0,641%	0,500%	0,404%	0,336%	0,286%	0,249%	0,219%	0,196%	0,177%	0,161%
3,55	1,190%	0,819%	0,604%	0,467%	0,375%	0,311%	0,263%	0,228%	0,200%	0,178%	0,160%	0,145%
3,60	1,138%	0,777%	0,568%	0,437%	0,349%	0,287%	0,242%	0,208%	0,182%	0,162%	0,145%	0,131%
3,65	1,089%	0,737%	0,535%	0,409%	0,325%	0,266%	0,223%	0,191%	0,166%	0,147%	0,131%	0,118%
3,70	1,042%	0,700%	0,504%	0,383%	0,302%	0,246%	0,205%	0,175%	0,152%	0,134%	0,119%	0,107%
3,75 o más	0,997%	0,665%	0,475%	0,358%	0,281%	0,228%	0,189%	0,160%	0,139%	0,121%	0,108%	0,097%

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

Tabla 107-1 (continuación)

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

Índice de Calidad Superior (ICSj) o Índice de Calidad Inferior (IClj)	Grado de Libertad (GLj)											
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	Porcentaje fuera de los límites de especificación (PISj o PIlj)											
0.00	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%
0.05	48.037%	48.035%	48.034%	48.032%	48.031%	48.030%	48.029%	48.028%	48.027%	48.026%	48.025%	48.025%
0.10	46.079%	46.076%	46.072%	46.070%	46.067%	46.065%	46.063%	46.061%	46.059%	46.057%	46.056%	46.054%
0.15	44.132%	44.126%	44.122%	44.117%	44.113%	44.110%	44.107%	44.104%	44.101%	44.098%	44.096%	44.094%
0.20	42.200%	42.193%	42.186%	42.180%	42.175%	42.170%	42.166%	42.162%	42.158%	42.155%	42.152%	42.149%
0.25	40.288%	40.279%	40.271%	40.264%	40.257%	40.251%	40.245%	40.240%	40.236%	40.232%	40.228%	40.224%
0.30	38.402%	38.391%	38.381%	38.372%	38.364%	38.356%	38.350%	38.344%	38.338%	38.333%	38.328%	38.324%
0.35	36.545%	36.532%	36.520%	36.509%	36.500%	36.491%	36.483%	36.476%	36.470%	36.464%	36.458%	36.453%
0.40	34.722%	34.707%	34.693%	34.681%	34.670%	34.660%	34.651%	34.642%	34.635%	34.628%	34.621%	34.615%
0.45	32.937%	32.920%	32.904%	32.890%	32.877%	32.866%	32.856%	32.846%	32.837%	32.829%	32.822%	32.815%
0.50	31.194%	31.174%	31.157%	31.141%	31.127%	31.114%	31.102%	31.091%	31.081%	31.072%	31.064%	31.056%
0.55	29.466%	29.474%	29.454%	29.436%	29.420%	29.406%	29.393%	29.381%	29.370%	29.360%	29.351%	29.342%
0.60	27.845%	27.821%	27.799%	27.780%	27.762%	27.746%	27.732%	27.719%	27.706%	27.695%	27.685%	27.675%
0.65	26.246%	26.219%	26.195%	26.174%	26.154%	26.137%	26.121%	26.107%	26.093%	26.081%	26.070%	26.059%
0.70	24.699%	24.670%	24.644%	24.621%	24.600%	24.580%	24.563%	24.547%	24.533%	24.520%	24.507%	24.496%
0.75	23.207%	23.175%	23.147%	23.122%	23.099%	23.079%	23.060%	23.043%	23.027%	23.013%	22.997%	22.987%
0.80	21.771%	21.737%	21.707%	21.680%	21.656%	21.633%	21.613%	21.595%	21.578%	21.562%	21.548%	21.535%
0.85	20.393%	20.357%	20.324%	20.295%	20.269%	20.246%	20.224%	20.204%	20.186%	20.170%	20.154%	20.140%
0.90	19.073%	19.035%	19.000%	18.969%	18.941%	18.916%	18.893%	18.872%	18.853%	18.835%	18.819%	18.804%
0.95	17.812%	17.771%	17.735%	17.702%	17.673%	17.646%	17.622%	17.599%	17.579%	17.560%	17.543%	17.527%
1.00	16.610%	16.567%	16.528%	16.494%	16.463%	16.435%	16.409%	16.386%	16.364%	16.345%	16.326%	16.309%
1.05	15.468%	15.421%	15.381%	15.345%	15.312%	15.283%	15.256%	15.231%	15.209%	15.188%	15.169%	15.151%
1.10	14.380%	14.333%	14.291%	14.254%	14.220%	14.189%	14.161%	14.136%	14.112%	14.091%	14.071%	14.052%
1.15	13.352%	13.303%	13.260%	13.221%	13.185%	13.154%	13.125%	13.098%	13.074%	13.051%	13.031%	13.011%
1.20	12.380%	12.330%	12.285%	12.244%	12.208%	12.175%	12.145%	12.118%	12.093%	12.069%	12.048%	12.028%
1.25	11.464%	11.412%	11.365%	11.324%	11.283%	11.253%	11.222%	11.193%	11.168%	11.144%	11.122%	11.101%
1.30	10.601%	10.548%	10.500%	10.458%	10.419%	10.384%	10.353%	10.324%	10.297%	10.273%	10.250%	10.230%
1.35	9.790%	9.736%	9.687%	9.644%	9.605%	9.569%	9.537%	9.508%	9.481%	9.456%	9.433%	9.411%
1.40	9.030%	8.975%	8.926%	8.882%	8.842%	8.806%	8.773%	8.743%	8.715%	8.690%	8.667%	8.645%
1.45	8.319%	8.263%	8.213%	8.168%	8.128%	8.092%	8.058%	8.028%	8.000%	7.974%	7.951%	7.929%
1.50	7.654%	7.598%	7.548%	7.502%	7.462%	7.425%	7.391%	7.361%	7.333%	7.307%	7.283%	7.261%
1.55	7.035%	6.978%	6.927%	6.882%	6.841%	6.804%	6.770%	6.740%	6.711%	6.685%	6.661%	6.639%
1.60	6.458%	6.401%	6.350%	6.305%	6.264%	6.227%	6.193%	6.162%	6.134%	6.108%	6.084%	6.062%
1.65	5.922%	5.865%	5.814%	5.769%	5.728%	5.691%	5.657%	5.627%	5.599%	5.573%	5.549%	5.527%
1.70	5.424%	5.368%	5.317%	5.272%	5.232%	5.195%	5.161%	5.131%	5.103%	5.077%	5.053%	5.031%
1.75	4.963%	4.907%	4.857%	4.813%	4.772%	4.736%	4.703%	4.672%	4.645%	4.619%	4.596%	4.574%
1.80	4.537%	4.482%	4.432%	4.388%	4.348%	4.312%	4.280%	4.250%	4.222%	4.197%	4.174%	4.152%
1.85	4.144%	4.089%	4.040%	3.996%	3.957%	3.922%	3.890%	3.860%	3.833%	3.808%	3.786%	3.764%
1.90	3.780%	3.727%	3.679%	3.636%	3.597%	3.563%	3.531%	3.502%	3.476%	3.451%	3.429%	3.408%
1.95	3.446%	3.393%	3.346%	3.304%	3.267%	3.233%	3.202%	3.173%	3.148%	3.124%	3.102%	3.082%
2.00	3.139%	3.087%	3.041%	3.000%	2.963%	2.930%	2.900%	2.872%	2.847%	2.824%	2.802%	2.783%
2.05	2.856%	2.806%	2.761%	2.721%	2.685%	2.653%	2.623%	2.597%	2.572%	2.550%	2.529%	2.510%
2.10	2.597%	2.548%	2.505%	2.466%	2.431%	2.399%	2.371%	2.345%	2.321%	2.299%	2.279%	2.260%
2.15	2.360%	2.312%	2.270%	2.232%	2.198%	2.168%	2.140%	2.115%	2.092%	2.071%	2.052%	2.034%
2.20	2.142%	2.096%	2.055%	2.019%	1.986%	1.957%	1.930%	1.906%	1.884%	1.863%	1.845%	1.827%
2.25	1.944%	1.899%	1.860%	1.825%	1.793%	1.765%	1.739%	1.716%	1.694%	1.675%	1.657%	1.640%
2.30	1.762%	1.719%	1.681%	1.648%	1.617%	1.590%	1.565%	1.543%	1.522%	1.504%	1.486%	1.470%
2.35	1.597%	1.555%	1.519%	1.487%	1.458%	1.431%	1.408%	1.386%	1.367%	1.349%	1.332%	1.317%
2.40	1.446%	1.406%	1.371%	1.340%	1.312%	1.287%	1.265%	1.244%	1.225%	1.208%	1.193%	1.178%
2.45	1.309%	1.271%	1.237%	1.207%	1.181%	1.157%	1.135%	1.116%	1.098%	1.082%	1.067%	1.053%
2.50	1.184%	1.147%	1.115%	1.087%	1.062%	1.039%	1.018%	1.000%	0.983%	0.967%	0.953%	0.940%
2.55	1.070%	1.035%	1.005%	0.978%	0.954%	0.932%	0.913%	0.895%	0.879%	0.864%	0.851%	0.838%
2.60	0.967%	0.934%	0.905%	0.879%	0.856%	0.836%	0.817%	0.800%	0.785%	0.771%	0.758%	0.747%
2.65	0.873%	0.842%	0.814%	0.790%	0.768%	0.749%	0.731%	0.715%	0.701%	0.688%	0.676%	0.665%
2.70	0.789%	0.759%	0.733%	0.709%	0.689%	0.670%	0.654%	0.639%	0.625%	0.613%	0.602%	0.591%
2.75	0.712%	0.683%	0.659%	0.637%	0.617%	0.600%	0.584%	0.570%	0.557%	0.546%	0.535%	0.525%
2.80	0.642%	0.615%	0.592%	0.571%	0.553%	0.536%	0.522%	0.509%	0.496%	0.485%	0.475%	0.466%
2.85	0.579%	0.554%	0.532%	0.512%	0.495%	0.479%	0.466%	0.453%	0.442%	0.432%	0.422%	0.414%
2.90	0.522%	0.498%	0.477%	0.459%	0.443%	0.428%	0.415%	0.404%	0.393%	0.383%	0.375%	0.367%
2.95	0.471%	0.448%	0.428%	0.411%	0.396%	0.382%	0.370%	0.359%	0.349%	0.340%	0.332%	0.325%
3.00	0.424%	0.403%	0.384%	0.368%	0.354%	0.341%	0.330%	0.320%	0.310%	0.302%	0.294%	0.287%
3.05	0.382%	0.362%	0.345%	0.329%	0.316%	0.304%	0.294%	0.284%	0.275%	0.268%	0.261%	0.254%
3.10	0.344%	0.325%	0.309%	0.295%	0.282%	0.271%	0.261%	0.252%	0.244%	0.237%	0.231%	0.225%
3.15	0.310%	0.292%	0.277%	0.264%	0.252%	0.242%	0.232%	0.224%	0.217%	0.210%	0.204%	0.198%
3.20	0.279%	0.262%	0.248%	0.236%	0.225%	0.215%	0.207%	0.199%	0.192%	0.186%	0.180%	0.175%
3.25	0.251%	0.236%	0.222%	0.211%	0.201%	0.192%	0.184%	0.176%	0.170%	0.164%	0.159%	0.154%
3.30	0.226%	0.212%	0.199%	0.188%	0.179%	0.170%	0.163%	0.157%	0.151%	0.145%	0.140%	0.136%
3.35	0.203%	0.190%	0.178%	0.168%	0.159%	0.152%	0.145%	0.139%	0.133%	0.128%	0.124%	0.120%
3.40	0.183%	0.170%	0.160%	0.150%	0.142%	0.135%	0.129%	0.123%	0.118%	0.113%	0.109%	0.106%
3.45	0.165%	0.153%	0.143%	0.134%	0.127%	0.120%	0.114%	0.109%	0.104%	0.100%	0.096%	0.093%
3.50	0.148%	0.137%	0.128%	0.120%	0.113%	0.107%	0.101%	0.096%	0.092%	0.088%	0.085%	0.082%
3.55	0.133%	0.123%	0.114%	0.107%	0.100%	0.095%	0.090%	0.085%	0.081%	0.078%	0.075%	0.072%
3.60	0.120%	0.110%	0.102%	0.095%	0.089%	0.084%	0.080%	0.076%	0.072%	0.069%	0.066%	0.063%
3.65	0.108%	0.099%	0.092%	0.085%	0.080%	0.075%	0.071%	0.067%	0.063%	0.060%	0.058%	0.055%
3.70	0.097%	0.089%	0.082%	0.076%	0.071%	0.066%	0.063%	0.059%	0.056%	0.053%	0.051%	0.049%
3.75 o más	0.087%	0.080%	0.073%	0.068%	0.063%	0.059%	0.055%	0.052%	0.049%	0.047%	0.045%	0.043%

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

Tabla 107-1 (continuación)

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

Índice de Calidad Superior (ICSj) o Índice de Calidad Inferior (IClj)	Grado de Libertad (GLj)											
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	Porcentaje fuera de los límites de especificación (PISj o PIlj)											
0,00	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%
0,05	48,024%	48,023%	48,023%	48,022%	48,022%	48,021%	48,021%	48,020%	48,020%	48,020%	48,019%	48,019%
0,10	46,053%	46,052%	46,050%	46,049%	46,048%	46,047%	46,047%	46,046%	46,045%	46,044%	46,044%	46,043%
0,15	44,092%	44,090%	44,088%	44,087%	44,085%	44,084%	44,083%	44,081%	44,080%	44,079%	44,078%	44,077%
0,20	42,146%	42,144%	42,142%	42,139%	42,137%	42,135%	42,134%	42,132%	42,130%	42,129%	42,127%	42,126%
0,25	40,221%	40,217%	40,215%	40,212%	40,209%	40,207%	40,205%	40,202%	40,200%	40,199%	40,197%	40,195%
0,30	38,320%	38,316%	38,312%	38,309%	38,306%	38,303%	38,300%	38,298%	38,295%	38,293%	38,291%	38,289%
0,35	36,448%	36,443%	36,439%	36,435%	36,432%	36,428%	36,425%	36,422%	36,419%	36,416%	36,414%	36,411%
0,40	34,610%	34,604%	34,600%	34,595%	34,591%	34,587%	34,583%	34,579%	34,576%	34,573%	34,570%	34,567%
0,45	32,809%	32,803%	32,797%	32,792%	32,787%	32,783%	32,778%	32,774%	32,770%	32,767%	32,763%	32,760%
0,50	31,049%	31,042%	31,036%	31,030%	31,025%	31,020%	31,015%	31,010%	31,006%	31,002%	30,998%	30,994%
0,55	29,334%	29,327%	29,320%	29,313%	29,307%	29,301%	29,296%	29,291%	29,286%	29,281%	29,277%	29,273%
0,60	27,667%	27,658%	27,651%	27,643%	27,637%	27,630%	27,624%	27,619%	27,613%	27,608%	27,603%	27,599%
0,65	26,049%	26,040%	26,032%	26,024%	26,017%	26,010%	26,003%	25,997%	25,991%	25,985%	25,980%	25,975%
0,70	24,485%	24,475%	24,466%	24,457%	24,449%	24,442%	24,434%	24,428%	24,421%	24,415%	24,410%	24,404%
0,75	22,976%	22,965%	22,955%	22,945%	22,937%	22,928%	22,921%	22,913%	22,906%	22,900%	22,894%	22,888%
0,80	21,522%	21,511%	21,500%	21,490%	21,480%	21,472%	21,463%	21,455%	21,448%	21,441%	21,434%	21,428%
0,85	20,127%	20,114%	20,103%	20,092%	20,082%	20,073%	20,064%	20,055%	20,047%	20,040%	20,032%	20,026%
0,90	18,790%	18,777%	18,764%	18,753%	18,742%	18,732%	18,723%	18,714%	18,705%	18,697%	18,689%	18,682%
0,95	17,512%	17,498%	17,485%	17,473%	17,462%	17,451%	17,441%	17,431%	17,422%	17,414%	17,406%	17,398%
1,00	16,294%	16,279%	16,265%	16,253%	16,241%	16,229%	16,219%	16,209%	16,199%	16,190%	16,182%	16,174%
1,05	15,135%	15,119%	15,105%	15,092%	15,079%	15,067%	15,056%	15,046%	15,036%	15,026%	15,018%	15,009%
1,10	14,035%	14,019%	14,004%	13,990%	13,977%	13,965%	13,953%	13,942%	13,932%	13,922%	13,913%	13,904%
1,15	12,994%	12,977%	12,961%	12,947%	12,933%	12,920%	12,908%	12,897%	12,886%	12,876%	12,867%	12,857%
1,20	12,010%	11,993%	11,977%	11,962%	11,947%	11,934%	11,922%	11,910%	11,899%	11,888%	11,878%	11,869%
1,25	11,082%	11,065%	11,048%	11,033%	11,018%	11,005%	10,992%	10,980%	10,968%	10,957%	10,947%	10,937%
1,30	10,210%	10,192%	10,175%	10,159%	10,144%	10,130%	10,117%	10,105%	10,093%	10,082%	10,072%	10,062%
1,35	9,391%	9,373%	9,356%	9,340%	9,324%	9,310%	9,297%	9,284%	9,272%	9,261%	9,250%	9,240%
1,40	8,625%	8,606%	8,589%	8,572%	8,557%	8,542%	8,529%	8,516%	8,504%	8,492%	8,481%	8,471%
1,45	7,908%	7,889%	7,872%	7,855%	7,839%	7,825%	7,811%	7,798%	7,786%	7,774%	7,763%	7,753%
1,50	7,240%	7,221%	7,203%	7,187%	7,171%	7,156%	7,142%	7,129%	7,117%	7,105%	7,094%	7,083%
1,55	6,619%	6,599%	6,581%	6,565%	6,549%	6,534%	6,520%	6,507%	6,494%	6,483%	6,472%	6,461%
1,60	6,041%	6,022%	6,004%	5,987%	5,971%	5,957%	5,943%	5,929%	5,917%	5,905%	5,894%	5,883%
1,65	5,506%	5,487%	5,469%	5,452%	5,436%	5,422%	5,408%	5,395%	5,382%	5,370%	5,359%	5,349%
1,70	5,011%	4,992%	4,974%	4,957%	4,942%	4,927%	4,913%	4,900%	4,888%	4,876%	4,865%	4,855%
1,75	4,554%	4,535%	4,517%	4,501%	4,485%	4,471%	4,457%	4,444%	4,432%	4,420%	4,410%	4,399%
1,80	4,132%	4,114%	4,096%	4,080%	4,065%	4,050%	4,037%	4,024%	4,012%	4,001%	3,990%	3,980%
1,85	3,745%	3,726%	3,709%	3,693%	3,678%	3,664%	3,651%	3,639%	3,627%	3,616%	3,605%	3,595%
1,90	3,389%	3,371%	3,354%	3,338%	3,324%	3,310%	3,297%	3,285%	3,273%	3,262%	3,252%	3,242%
1,95	3,063%	3,045%	3,029%	3,013%	2,999%	2,986%	2,973%	2,961%	2,950%	2,939%	2,929%	2,920%
2,00	2,764%	2,747%	2,731%	2,716%	2,702%	2,689%	2,677%	2,665%	2,654%	2,644%	2,634%	2,625%
2,05	2,492%	2,475%	2,460%	2,445%	2,432%	2,419%	2,407%	2,396%	2,385%	2,375%	2,366%	2,357%
2,10	2,243%	2,227%	2,212%	2,198%	2,185%	2,173%	2,161%	2,150%	2,140%	2,130%	2,121%	2,112%
2,15	2,017%	2,001%	1,987%	1,973%	1,961%	1,949%	1,938%	1,927%	1,917%	1,908%	1,899%	1,891%
2,20	1,811%	1,796%	1,782%	1,769%	1,757%	1,746%	1,735%	1,725%	1,716%	1,707%	1,698%	1,690%
2,25	1,625%	1,610%	1,597%	1,584%	1,573%	1,562%	1,552%	1,542%	1,533%	1,524%	1,516%	1,508%
2,30	1,456%	1,442%	1,429%	1,417%	1,406%	1,395%	1,386%	1,376%	1,368%	1,359%	1,352%	1,344%
2,35	1,303%	1,290%	1,277%	1,266%	1,255%	1,245%	1,236%	1,227%	1,219%	1,211%	1,203%	1,196%
2,40	1,164%	1,152%	1,140%	1,129%	1,119%	1,110%	1,101%	1,092%	1,085%	1,077%	1,070%	1,063%
2,45	1,040%	1,028%	1,017%	1,007%	0,997%	0,988%	0,979%	0,971%	0,964%	0,957%	0,950%	0,944%
2,50	0,928%	0,916%	0,906%	0,896%	0,887%	0,878%	0,870%	0,863%	0,856%	0,849%	0,843%	0,837%
2,55	0,827%	0,816%	0,806%	0,797%	0,788%	0,780%	0,772%	0,765%	0,759%	0,752%	0,746%	0,741%
2,60	0,736%	0,726%	0,716%	0,708%	0,700%	0,692%	0,685%	0,678%	0,672%	0,666%	0,660%	0,655%
2,65	0,654%	0,645%	0,636%	0,628%	0,620%	0,613%	0,606%	0,600%	0,594%	0,589%	0,583%	0,578%
2,70	0,581%	0,573%	0,564%	0,557%	0,549%	0,543%	0,536%	0,530%	0,525%	0,520%	0,515%	0,510%
2,75	0,516%	0,508%	0,500%	0,493%	0,486%	0,480%	0,474%	0,468%	0,463%	0,458%	0,454%	0,449%
2,80	0,458%	0,450%	0,443%	0,436%	0,430%	0,424%	0,418%	0,413%	0,408%	0,404%	0,399%	0,395%
2,85	0,406%	0,398%	0,392%	0,385%	0,379%	0,374%	0,369%	0,364%	0,359%	0,355%	0,351%	0,347%
2,90	0,359%	0,352%	0,346%	0,340%	0,335%	0,330%	0,325%	0,320%	0,316%	0,312%	0,309%	0,305%
2,95	0,318%	0,311%	0,305%	0,300%	0,295%	0,290%	0,286%	0,282%	0,278%	0,274%	0,271%	0,268%
3,00	0,281%	0,275%	0,269%	0,264%	0,260%	0,255%	0,251%	0,247%	0,244%	0,240%	0,237%	0,234%
3,05	0,248%	0,243%	0,238%	0,233%	0,229%	0,224%	0,221%	0,217%	0,214%	0,211%	0,208%	0,205%
3,10	0,219%	0,214%	0,209%	0,205%	0,201%	0,197%	0,194%	0,190%	0,187%	0,184%	0,182%	0,179%
3,15	0,193%	0,188%	0,184%	0,180%	0,176%	0,173%	0,170%	0,167%	0,164%	0,161%	0,159%	0,157%
3,20	0,170%	0,166%	0,162%	0,158%	0,155%	0,152%	0,149%	0,146%	0,143%	0,141%	0,139%	0,137%
3,25	0,150%	0,146%	0,142%	0,139%	0,136%	0,133%	0,130%	0,128%	0,125%	0,123%	0,121%	0,119%
3,30	0,132%	0,128%	0,125%	0,122%	0,119%	0,116%	0,114%	0,111%	0,109%	0,107%	0,105%	0,104%
3,35	0,116%	0,113%	0,110%	0,107%	0,104%	0,102%	0,099%	0,097%	0,095%	0,093%	0,092%	0,090%
3,40	0,102%	0,099%	0,096%	0,094%	0,091%	0,089%	0,087%	0,085%	0,083%	0,081%	0,080%	0,078%
3,45	0,090%	0,087%	0,084%	0,082%	0,080%	0,078%	0,076%	0,074%	0,072%	0,071%	0,069%	0,068%
3,50	0,079%	0,076%	0,074%	0,072%	0,070%	0,068%	0,066%	0,064%	0,063%	0,062%	0,060%	0,059%
3,55	0,069%	0,067%	0,065%	0,063%	0,061%	0,059%	0,058%	0,056%	0,055%	0,053%	0,052%	0,051%
3,60	0,061%	0,059%	0,057%	0,055%	0,053%	0,052%	0,050%	0,049%	0,048%	0,046%	0,045%	0,044%
3,65	0,053%	0,051%	0,049%	0,048%	0,046%	0,045%	0,044%	0,042%	0,041%	0,040%	0,039%	0,038%
3,70	0,047%	0,045%	0,043%	0,042%	0,040%	0,039%	0,038%	0,037%	0,036%	0,035%	0,034%	0,033%
3,75 o más	0,041%	0,039%	0,038%	0,036%	0,035%	0,034%	0,033%	0,032%	0,031%	0,030%	0,029%	0,029%

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

absoluto del Índice de Calidad (columna izquierda).

Tabla 107-1 (continuación)

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

Índice de Calidad Superior (ICSj) o Índice de Calidad Inferior (IClj)	Grado de Libertad (GLj)											
	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
	Porcentaje fuera de los límites de especificación (PISj o PIlj)											
0,00	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%
0,05	48,019%	48,018%	48,018%	48,018%	48,017%	48,017%	48,017%	48,017%	48,016%	48,016%	48,016%	48,016%
0,10	46,042%	46,042%	46,041%	46,040%	46,040%	46,039%	46,039%	46,038%	46,038%	46,038%	46,037%	46,037%
0,15	44,076%	44,075%	44,074%	44,073%	44,073%	44,072%	44,071%	44,070%	44,070%	44,069%	44,068%	44,068%
0,20	42,125%	42,123%	42,122%	42,121%	42,120%	42,119%	42,118%	42,117%	42,116%	42,115%	42,115%	42,114%
0,25	40,193%	40,192%	40,190%	40,189%	40,188%	40,186%	40,185%	40,184%	40,183%	40,182%	40,181%	40,180%
0,30	38,287%	38,285%	38,283%	38,281%	38,279%	38,278%	38,276%	38,275%	38,274%	38,272%	38,271%	38,270%
0,35	36,409%	36,407%	36,404%	36,402%	36,400%	36,399%	36,397%	36,395%	36,393%	36,392%	36,390%	36,389%
0,40	34,564%	34,562%	34,559%	34,557%	34,555%	34,552%	34,550%	34,548%	34,547%	34,545%	34,543%	34,541%
0,45	32,757%	32,754%	32,751%	32,749%	32,746%	32,744%	32,741%	32,739%	32,737%	32,735%	32,733%	32,731%
0,50	30,991%	30,987%	30,984%	30,981%	30,978%	30,973%	30,970%	30,968%	30,966%	30,963%	30,961%	30,961%
0,55	29,269%	29,265%	29,262%	29,258%	29,255%	29,252%	29,249%	29,246%	29,243%	29,241%	29,238%	29,236%
0,60	27,595%	27,590%	27,586%	27,583%	27,579%	27,576%	27,573%	27,569%	27,566%	27,564%	27,561%	27,558%
0,65	25,970%	25,966%	25,962%	25,957%	25,954%	25,950%	25,946%	25,943%	25,940%	25,936%	25,933%	25,930%
0,70	24,399%	24,394%	24,389%	24,385%	24,381%	24,377%	24,373%	24,369%	24,365%	24,362%	24,359%	24,355%
0,75	22,882%	22,877%	22,872%	22,867%	22,862%	22,858%	22,854%	22,850%	22,846%	22,842%	22,838%	22,835%
0,80	21,422%	21,416%	21,411%	21,405%	21,400%	21,396%	21,391%	21,387%	21,383%	21,379%	21,375%	21,371%
0,85	20,019%	20,013%	20,007%	20,002%	19,996%	19,991%	19,986%	19,982%	19,977%	19,973%	19,969%	19,965%
0,90	18,675%	18,669%	18,663%	18,657%	18,651%	18,646%	18,640%	18,635%	18,631%	18,626%	18,622%	18,618%
0,95	17,391%	17,384%	17,377%	17,371%	17,365%	17,359%	17,354%	17,349%	17,344%	17,339%	17,334%	17,330%
1,00	16,166%	16,159%	16,152%	16,145%	16,139%	16,133%	16,127%	16,122%	16,116%	16,111%	16,106%	16,102%
1,05	15,001%	14,993%	14,986%	14,979%	14,973%	14,966%	14,960%	14,954%	14,949%	14,943%	14,938%	14,933%
1,10	13,895%	13,887%	13,880%	13,873%	13,866%	13,859%	13,853%	13,847%	13,841%	13,835%	13,830%	13,825%
1,15	12,849%	12,840%	12,833%	12,825%	12,818%	12,811%	12,804%	12,798%	12,792%	12,786%	12,781%	12,775%
1,20	11,860%	11,851%	11,843%	11,835%	11,828%	11,821%	11,814%	11,808%	11,801%	11,795%	11,790%	11,784%
1,25	10,928%	10,919%	10,911%	10,903%	10,895%	10,888%	10,881%	10,874%	10,868%	10,862%	10,856%	10,850%
1,30	10,052%	10,043%	10,035%	10,026%	10,019%	10,011%	10,004%	9,997%	9,990%	9,984%	9,978%	9,972%
1,35	9,230%	9,221%	9,212%	9,204%	9,196%	9,188%	9,181%	9,174%	9,167%	9,161%	9,155%	9,149%
1,40	8,461%	8,452%	8,443%	8,434%	8,426%	8,419%	8,411%	8,404%	8,397%	8,391%	8,384%	8,378%
1,45	7,743%	7,733%	7,724%	7,716%	7,707%	7,700%	7,692%	7,685%	7,678%	7,671%	7,665%	7,659%
1,50	7,073%	7,064%	7,055%	7,046%	7,038%	7,030%	7,022%	7,015%	7,008%	7,002%	6,995%	6,989%
1,55	6,451%	6,441%	6,432%	6,424%	6,415%	6,407%	6,400%	6,392%	6,386%	6,379%	6,372%	6,366%
1,60	5,873%	5,864%	5,855%	5,846%	5,838%	5,830%	5,822%	5,815%	5,808%	5,801%	5,795%	5,789%
1,65	5,339%	5,329%	5,320%	5,311%	5,303%	5,295%	5,288%	5,281%	5,274%	5,267%	5,261%	5,254%
1,70	4,845%	4,835%	4,826%	4,818%	4,810%	4,802%	4,794%	4,787%	4,780%	4,774%	4,767%	4,761%
1,75	4,389%	4,380%	4,371%	4,363%	4,354%	4,347%	4,339%	4,332%	4,325%	4,319%	4,313%	4,307%
1,80	3,970%	3,961%	3,952%	3,944%	3,936%	3,928%	3,921%	3,914%	3,907%	3,901%	3,895%	3,889%
1,85	3,586%	3,576%	3,568%	3,560%	3,552%	3,544%	3,537%	3,530%	3,524%	3,517%	3,511%	3,506%
1,90	3,233%	3,224%	3,216%	3,208%	3,200%	3,193%	3,186%	3,179%	3,172%	3,166%	3,160%	3,155%
1,95	2,910%	2,902%	2,894%	2,886%	2,878%	2,871%	2,864%	2,858%	2,851%	2,845%	2,840%	2,834%
2,00	2,616%	2,608%	2,600%	2,592%	2,585%	2,578%	2,571%	2,565%	2,559%	2,553%	2,547%	2,542%
2,05	2,348%	2,340%	2,332%	2,325%	2,318%	2,311%	2,304%	2,298%	2,292%	2,287%	2,281%	2,276%
2,10	2,104%	2,096%	2,089%	2,082%	2,075%	2,068%	2,062%	2,056%	2,050%	2,045%	2,040%	2,035%
2,15	1,883%	1,875%	1,868%	1,861%	1,855%	1,848%	1,842%	1,837%	1,831%	1,826%	1,821%	1,816%
2,20	1,682%	1,675%	1,668%	1,661%	1,655%	1,649%	1,643%	1,638%	1,633%	1,628%	1,623%	1,618%
2,25	1,501%	1,494%	1,487%	1,481%	1,475%	1,469%	1,464%	1,459%	1,453%	1,449%	1,444%	1,440%
2,30	1,337%	1,331%	1,324%	1,318%	1,312%	1,307%	1,302%	1,297%	1,292%	1,287%	1,283%	1,279%
2,35	1,190%	1,183%	1,177%	1,172%	1,166%	1,161%	1,156%	1,151%	1,147%	1,142%	1,138%	1,134%
2,40	1,057%	1,051%	1,045%	1,040%	1,035%	1,030%	1,025%	1,020%	1,016%	1,012%	1,008%	1,004%
2,45	0,938%	0,932%	0,927%	0,922%	0,917%	0,912%	0,908%	0,903%	0,899%	0,895%	0,891%	0,888%
2,50	0,831%	0,826%	0,821%	0,816%	0,811%	0,807%	0,802%	0,798%	0,794%	0,791%	0,787%	0,784%
2,55	0,735%	0,730%	0,725%	0,721%	0,717%	0,712%	0,708%	0,705%	0,701%	0,698%	0,694%	0,691%
2,60	0,650%	0,645%	0,641%	0,636%	0,632%	0,628%	0,625%	0,621%	0,618%	0,614%	0,611%	0,608%
2,65	0,574%	0,569%	0,565%	0,561%	0,557%	0,553%	0,550%	0,547%	0,543%	0,540%	0,537%	0,535%
2,70	0,506%	0,502%	0,498%	0,494%	0,490%	0,487%	0,484%	0,480%	0,477%	0,475%	0,472%	0,469%
2,75	0,445%	0,441%	0,438%	0,434%	0,431%	0,428%	0,425%	0,422%	0,419%	0,416%	0,414%	0,411%
2,80	0,392%	0,388%	0,384%	0,381%	0,378%	0,375%	0,372%	0,370%	0,367%	0,365%	0,362%	0,360%
2,85	0,344%	0,341%	0,337%	0,334%	0,331%	0,329%	0,326%	0,324%	0,321%	0,319%	0,317%	0,315%
2,90	0,302%	0,299%	0,296%	0,293%	0,290%	0,288%	0,285%	0,283%	0,281%	0,279%	0,277%	0,275%
2,95	0,264%	0,262%	0,259%	0,256%	0,254%	0,251%	0,249%	0,247%	0,245%	0,243%	0,241%	0,239%
3,00	0,232%	0,229%	0,226%	0,224%	0,222%	0,219%	0,217%	0,215%	0,214%	0,212%	0,210%	0,208%
3,05	0,202%	0,200%	0,198%	0,195%	0,193%	0,191%	0,189%	0,188%	0,186%	0,184%	0,183%	0,181%
3,10	0,177%	0,175%	0,172%	0,170%	0,169%	0,167%	0,165%	0,163%	0,162%	0,160%	0,159%	0,157%
3,15	0,154%	0,152%	0,150%	0,148%	0,147%	0,145%	0,143%	0,142%	0,140%	0,139%	0,138%	0,137%
3,20	0,135%	0,133%	0,131%	0,129%	0,128%	0,126%	0,125%	0,123%	0,122%	0,121%	0,119%	0,118%
3,25	0,117%	0,115%	0,114%	0,112%	0,111%	0,109%	0,108%	0,107%	0,106%	0,104%	0,103%	0,102%
3,30	0,102%	0,100%	0,099%	0,097%	0,096%	0,095%	0,094%	0,092%	0,091%	0,090%	0,089%	0,088%
3,35	0,089%	0,087%	0,086%	0,085%	0,083%	0,082%	0,081%	0,080%	0,079%	0,078%	0,077%	0,076%
3,40	0,077%	0,076%	0,074%	0,073%	0,072%	0,071%	0,070%	0,069%	0,068%	0,067%	0,067%	0,066%
3,45	0,067%	0,066%	0,064%	0,063%	0,062%	0,061%	0,061%	0,060%	0,059%	0,058%	0,057%	0,057%
3,50	0,058%	0,057%	0,056%	0,055%	0,054%	0,053%	0,052%	0,051%	0,051%	0,050%	0,049%	0,049%
3,55	0,050%	0,049%	0,048%	0,047%	0,047%	0,046%	0,045%	0,044%	0,044%	0,043%	0,042%	0,042%
3,60	0,043%	0,043%	0,042%	0,041%	0,040%	0,039%	0,039%	0,038%	0,037%	0,037%	0,036%	0,036%
3,65	0,038%	0,037%	0,036%	0,035%	0,035%	0,034%	0,033%	0,033%	0,032%	0,032%	0,031%	0,031%
3,70	0,032%	0,032%	0,031%	0,030%	0,030%	0,029%	0,029%	0,028%	0,028%	0,027%	0,027%	0,026%
3,75 o más	0,028%	0,027%	0,027%	0,026%	0,026%	0,025%	0,025%	0,024%	0,024%	0,023%	0,023%	0,023%

Nota: Al utilizar esta Tabla, si el valor de ICSj o IClij a aplicar no corresponde a un valor exacto de esta Tabla (columna izquierda), use el valor de ICSj o IClij inmediato inferior de esta Tabla (columna izquierda). Si el Grado de Libertad GL no corresponde a un valor exacto de la Tabla, se debe utilizar el valor inmediato superior de la columna en la Tabla. La conjunción del Índice de Calidad (fila) y el Grado de Libertad (columna) a utilizar en la

Tabla resulta el valor del Porcentaje Fuera de Límites de Especificación. Si ICSj o ICij son valores negativos, PISj o PIij es igual a 100% menos el valor obtenido en esta Tabla de PISj o PIij, estos valores calculados con el valor absoluto del Índice de Calidad (columna izquierda).

Tabla 107-1 (continuación)

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

Índice de Calidad Superior (ICSj) o Índice de Calidad Inferior (IClj)	Grado de Libertad (GLj)											
	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
	Porcentaje fuera de los límites de especificación (PISj o PIlj)											
0,00	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%
0,05	48,016%	48,016%	48,015%	48,015%	48,015%	48,015%	48,015%	48,015%	48,014%	48,014%	48,014%	48,014%
0,10	46,036%	46,036%	46,036%	46,035%	46,035%	46,035%	46,034%	46,034%	46,034%	46,034%	46,033%	46,033%
0,15	44,067%	44,067%	44,066%	44,066%	44,065%	44,065%	44,064%	44,064%	44,063%	44,063%	44,063%	44,062%
0,20	42,113%	42,112%	42,112%	42,111%	42,110%	42,110%	42,109%	42,108%	42,108%	42,107%	42,107%	42,106%
0,25	40,179%	40,178%	40,177%	40,176%	40,175%	40,174%	40,173%	40,172%	40,172%	40,171%	40,171%	40,170%
0,30	38,269%	38,268%	38,266%	38,265%	38,264%	38,263%	38,262%	38,262%	38,261%	38,260%	38,259%	38,258%
0,35	36,388%	36,386%	36,385%	36,384%	36,383%	36,381%	36,380%	36,379%	36,378%	36,377%	36,376%	36,375%
0,40	34,540%	34,538%	34,537%	34,535%	34,534%	34,533%	34,531%	34,530%	34,529%	34,528%	34,527%	34,525%
0,45	32,729%	32,727%	32,726%	32,724%	32,722%	32,721%	32,719%	32,718%	32,717%	32,715%	32,714%	32,713%
0,50	30,959%	30,957%	30,955%	30,953%	30,952%	30,950%	30,948%	30,947%	30,945%	30,944%	30,942%	30,941%
0,55	29,234%	29,231%	29,229%	29,227%	29,225%	29,223%	29,222%	29,220%	29,218%	29,216%	29,215%	29,213%
0,60	27,566%	27,563%	27,561%	27,549%	27,546%	27,544%	27,542%	27,540%	27,538%	27,536%	27,535%	27,533%
0,65	25,928%	25,925%	25,922%	25,920%	25,917%	25,915%	25,913%	25,911%	25,909%	25,907%	25,905%	25,903%
0,70	24,362%	24,349%	24,347%	24,344%	24,341%	24,339%	24,336%	24,334%	24,332%	24,329%	24,327%	24,325%
0,75	22,832%	22,829%	22,826%	22,823%	22,820%	22,817%	22,814%	22,812%	22,809%	22,807%	22,805%	22,802%
0,80	21,368%	21,364%	21,361%	21,358%	21,355%	21,352%	21,349%	21,346%	21,343%	21,341%	21,338%	21,336%
0,85	19,961%	19,957%	19,954%	19,951%	19,947%	19,944%	19,941%	19,938%	19,935%	19,932%	19,930%	19,927%
0,90	18,613%	18,610%	18,606%	18,602%	18,599%	18,595%	18,592%	18,589%	18,586%	18,583%	18,580%	18,577%
0,95	17,325%	17,321%	17,317%	17,313%	17,310%	17,306%	17,303%	17,299%	17,296%	17,293%	17,290%	17,287%
1,00	16,097%	16,093%	16,089%	16,084%	16,081%	16,077%	16,073%	16,070%	16,066%	16,063%	16,060%	16,057%
1,05	14,929%	14,924%	14,920%	14,916%	14,911%	14,907%	14,904%	14,900%	14,896%	14,893%	14,890%	14,886%
1,10	13,820%	13,815%	13,811%	13,806%	13,802%	13,798%	13,794%	13,790%	13,786%	13,783%	13,779%	13,776%
1,15	12,770%	12,765%	12,761%	12,756%	12,752%	12,747%	12,743%	12,739%	12,735%	12,732%	12,728%	12,725%
1,20	11,779%	11,774%	11,769%	11,764%	11,760%	11,755%	11,751%	11,747%	11,743%	11,739%	11,735%	11,732%
1,25	10,845%	10,840%	10,834%	10,830%	10,825%	10,820%	10,816%	10,812%	10,808%	10,804%	10,800%	10,796%
1,30	9,967%	9,961%	9,956%	9,951%	9,946%	9,942%	9,937%	9,933%	9,929%	9,925%	9,921%	9,917%
1,35	9,143%	9,138%	9,132%	9,127%	9,122%	9,118%	9,113%	9,109%	9,104%	9,100%	9,096%	9,092%
1,40	8,373%	8,367%	8,362%	8,356%	8,351%	8,347%	8,342%	8,337%	8,333%	8,329%	8,325%	8,321%
1,45	7,653%	7,648%	7,642%	7,637%	7,632%	7,627%	7,622%	7,618%	7,613%	7,609%	7,605%	7,601%
1,50	6,983%	6,977%	6,972%	6,967%	6,962%	6,957%	6,952%	6,947%	6,943%	6,939%	6,934%	6,930%
1,55	6,360%	6,355%	6,349%	6,344%	6,339%	6,334%	6,329%	6,324%	6,320%	6,316%	6,312%	6,308%
1,60	5,783%	5,777%	5,772%	5,766%	5,761%	5,756%	5,752%	5,747%	5,743%	5,738%	5,734%	5,730%
1,65	5,249%	5,243%	5,237%	5,232%	5,227%	5,222%	5,217%	5,213%	5,208%	5,204%	5,200%	5,196%
1,70	4,755%	4,750%	4,744%	4,739%	4,734%	4,729%	4,724%	4,720%	4,715%	4,711%	4,707%	4,703%
1,75	4,301%	4,295%	4,290%	4,285%	4,280%	4,275%	4,270%	4,266%	4,262%	4,257%	4,253%	4,249%
1,80	3,883%	3,878%	3,872%	3,867%	3,862%	3,858%	3,853%	3,849%	3,844%	3,840%	3,836%	3,832%
1,85	3,500%	3,495%	3,489%	3,484%	3,480%	3,475%	3,470%	3,466%	3,462%	3,458%	3,454%	3,450%
1,90	3,149%	3,144%	3,139%	3,134%	3,129%	3,125%	3,120%	3,116%	3,112%	3,108%	3,104%	3,101%
1,95	2,829%	2,824%	2,819%	2,814%	2,809%	2,805%	2,801%	2,797%	2,793%	2,789%	2,785%	2,781%
2,00	2,537%	2,532%	2,527%	2,522%	2,518%	2,514%	2,510%	2,506%	2,502%	2,498%	2,494%	2,491%
2,05	2,271%	2,266%	2,262%	2,257%	2,253%	2,249%	2,245%	2,241%	2,237%	2,233%	2,230%	2,227%
2,10	2,030%	2,025%	2,021%	2,016%	2,012%	2,008%	2,004%	2,001%	1,997%	1,994%	1,990%	1,987%
2,15	1,811%	1,807%	1,803%	1,798%	1,794%	1,791%	1,787%	1,783%	1,780%	1,776%	1,773%	1,770%
2,20	1,614%	1,609%	1,605%	1,601%	1,597%	1,594%	1,590%	1,587%	1,583%	1,580%	1,577%	1,574%
2,25	1,435%	1,431%	1,427%	1,423%	1,420%	1,416%	1,413%	1,410%	1,406%	1,403%	1,400%	1,398%
2,30	1,275%	1,271%	1,267%	1,263%	1,260%	1,257%	1,253%	1,250%	1,247%	1,244%	1,241%	1,239%
2,35	1,130%	1,126%	1,123%	1,119%	1,116%	1,113%	1,110%	1,107%	1,104%	1,101%	1,099%	1,096%
2,40	1,001%	0,997%	0,994%	0,990%	0,987%	0,984%	0,981%	0,978%	0,976%	0,973%	0,971%	0,968%
2,45	0,884%	0,881%	0,878%	0,875%	0,872%	0,869%	0,866%	0,864%	0,861%	0,859%	0,856%	0,854%
2,50	0,781%	0,777%	0,774%	0,772%	0,769%	0,766%	0,763%	0,761%	0,759%	0,756%	0,754%	0,752%
2,55	0,688%	0,685%	0,682%	0,679%	0,677%	0,674%	0,672%	0,669%	0,667%	0,665%	0,663%	0,661%
2,60	0,605%	0,603%	0,600%	0,597%	0,595%	0,593%	0,590%	0,588%	0,586%	0,584%	0,582%	0,580%
2,65	0,532%	0,529%	0,527%	0,524%	0,522%	0,520%	0,518%	0,516%	0,514%	0,512%	0,510%	0,508%
2,70	0,467%	0,464%	0,462%	0,460%	0,458%	0,456%	0,454%	0,452%	0,450%	0,448%	0,446%	0,445%
2,75	0,409%	0,407%	0,405%	0,402%	0,400%	0,399%	0,397%	0,395%	0,393%	0,392%	0,390%	0,388%
2,80	0,358%	0,356%	0,354%	0,352%	0,350%	0,348%	0,346%	0,345%	0,343%	0,342%	0,340%	0,339%
2,85	0,313%	0,311%	0,309%	0,307%	0,305%	0,304%	0,302%	0,301%	0,299%	0,298%	0,296%	0,295%
2,90	0,273%	0,271%	0,269%	0,268%	0,266%	0,265%	0,262%	0,262%	0,260%	0,259%	0,258%	0,257%
2,95	0,238%	0,236%	0,235%	0,233%	0,232%	0,230%	0,229%	0,228%	0,226%	0,225%	0,224%	0,223%
3,00	0,207%	0,205%	0,204%	0,203%	0,201%	0,200%	0,199%	0,198%	0,196%	0,195%	0,194%	0,193%
3,05	0,180%	0,178%	0,177%	0,176%	0,175%	0,173%	0,172%	0,171%	0,170%	0,169%	0,168%	0,167%
3,10	0,156%	0,155%	0,154%	0,152%	0,151%	0,150%	0,149%	0,148%	0,147%	0,146%	0,145%	0,145%
3,15	0,135%	0,134%	0,133%	0,132%	0,131%	0,130%	0,129%	0,128%	0,127%	0,126%	0,126%	0,125%
3,20	0,117%	0,116%	0,115%	0,114%	0,113%	0,112%	0,111%	0,111%	0,110%	0,109%	0,108%	0,108%
3,25	0,101%	0,100%	0,099%	0,098%	0,098%	0,097%	0,096%	0,095%	0,095%	0,094%	0,093%	0,093%
3,30	0,088%	0,087%	0,086%	0,085%	0,084%	0,084%	0,083%	0,082%	0,082%	0,081%	0,080%	0,080%
3,35	0,076%	0,075%	0,074%	0,073%	0,073%	0,072%	0,071%	0,071%	0,070%	0,070%	0,069%	0,068%
3,40	0,065%	0,064%	0,064%	0,063%	0,062%	0,062%	0,061%	0,061%	0,060%	0,060%	0,059%	0,059%
3,45	0,056%	0,055%	0,055%	0,054%	0,054%	0,053%	0,053%	0,052%	0,052%	0,051%	0,051%	0,050%
3,50	0,048%	0,048%	0,047%	0,047%	0,046%	0,046%	0,045%	0,045%	0,044%	0,044%	0,043%	0,043%
3,55	0,041%	0,041%	0,040%	0,040%	0,039%	0,039%	0,038%	0,038%	0,038%	0,037%	0,037%	0,037%
3,60	0,036%	0,035%	0,035%	0,034%	0,034%	0,033%	0,033%	0,033%	0,032%	0,032%	0,032%	0,031%
3,65	0,030%	0,030%	0,030%	0,029%	0,029%	0,029%	0,028%	0,028%	0,028%	0,027%	0,027%	0,027%
3,70	0,026%	0,026%	0,025%	0,025%	0,025%	0,024%	0,024%	0,024%	0,024%	0,023%	0,023%	0,023%
3,75 o más	0,022%	0,022%	0,022%	0,021%	0,021%	0,021%	0,021%	0,020%	0,020%	0,020%	0,020%	0,019%

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

Tabla 107-1 (continuación)

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

Índice de Calidad Superior (ICSj) o Índice de Calidad Inferior (IClj)	Grado de Libertad (GL)											
	64	65	66	67	68	69	70					
	Porcentaje fuera de los límites de especificación (PISj o PIlj)											
0,00	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%	50,000%					
0,05	48,014%	48,014%	48,014%	48,014%	48,013%	48,013%	48,013%					
0,10	46,033%	46,033%	46,032%	46,032%	46,032%	46,032%	46,032%					
0,15	44,062%	44,061%	44,061%	44,061%	44,060%	44,060%	44,060%					
0,20	42,106%	42,105%	42,105%	42,104%	42,104%	42,103%	42,103%					
0,25	40,169%	40,169%	40,168%	40,168%	40,167%	40,167%	40,166%					
0,30	38,257%	38,257%	38,256%	38,255%	38,255%	38,254%	38,253%					
0,35	36,374%	36,374%	36,373%	36,372%	36,371%	36,370%	36,369%					
0,40	34,524%	34,523%	34,522%	34,521%	34,521%	34,520%	34,519%					
0,45	32,712%	32,710%	32,709%	32,708%	32,707%	32,706%	32,705%					
0,50	30,939%	30,938%	30,937%	30,936%	30,934%	30,933%	30,932%					
0,55	29,212%	29,210%	29,209%	29,207%	29,206%	29,205%	29,204%					
0,60	27,531%	27,530%	27,528%	27,527%	27,525%	27,524%	27,522%					
0,65	25,901%	25,899%	25,897%	25,896%	25,894%	25,893%	25,891%					
0,70	24,323%	24,321%	24,319%	24,318%	24,316%	24,314%	24,312%					
0,75	22,800%	22,798%	22,796%	22,794%	22,792%	22,790%	22,788%					
0,80	21,334%	21,331%	21,329%	21,327%	21,325%	21,323%	21,321%					
0,85	19,925%	19,922%	19,920%	19,918%	19,915%	19,913%	19,911%					
0,90	18,575%	18,572%	18,570%	18,567%	18,565%	18,563%	18,560%					
0,95	17,284%	17,282%	17,279%	17,276%	17,274%	17,271%	17,269%					
1,00	16,054%	16,051%	16,048%	16,045%	16,043%	16,040%	16,038%					
1,05	14,883%	14,880%	14,877%	14,875%	14,872%	14,869%	14,866%					
1,10	13,773%	13,769%	13,766%	13,763%	13,761%	13,758%	13,755%					
1,15	12,721%	12,718%	12,715%	12,712%	12,709%	12,706%	12,703%					
1,20	11,728%	11,725%	11,721%	11,718%	11,715%	11,712%	11,709%					
1,25	10,793%	10,789%	10,786%	10,782%	10,779%	10,776%	10,773%					
1,30	9,913%	9,910%	9,906%	9,903%	9,900%	9,896%	9,893%					
1,35	9,089%	9,085%	9,081%	9,078%	9,075%	9,071%	9,068%					
1,40	8,317%	8,313%	8,310%	8,306%	8,303%	8,300%	8,296%					
1,45	7,597%	7,593%	7,590%	7,586%	7,583%	7,579%	7,576%					
1,50	6,927%	6,923%	6,919%	6,916%	6,912%	6,909%	6,906%					
1,55	6,304%	6,300%	6,296%	6,293%	6,289%	6,286%	6,283%					
1,60	5,726%	5,722%	5,719%	5,715%	5,712%	5,708%	5,705%					
1,65	5,192%	5,188%	5,185%	5,181%	5,178%	5,174%	5,171%					
1,70	4,699%	4,696%	4,692%	4,688%	4,685%	4,682%	4,679%					
1,75	4,246%	4,242%	4,238%	4,235%	4,231%	4,228%	4,225%					
1,80	3,829%	3,825%	3,822%	3,818%	3,815%	3,812%	3,808%					
1,85	3,447%	3,443%	3,440%	3,436%	3,433%	3,430%	3,427%					
1,90	3,097%	3,094%	3,090%	3,087%	3,084%	3,081%	3,078%					
1,95	2,778%	2,775%	2,771%	2,768%	2,765%	2,762%	2,759%					
2,00	2,487%	2,484%	2,481%	2,478%	2,475%	2,472%	2,469%					
2,05	2,223%	2,220%	2,217%	2,214%	2,211%	2,208%	2,206%					
2,10	1,984%	1,981%	1,978%	1,975%	1,972%	1,969%	1,967%					
2,15	1,767%	1,764%	1,761%	1,758%	1,756%	1,753%	1,751%					
2,20	1,571%	1,568%	1,566%	1,563%	1,560%	1,558%	1,555%					
2,25	1,395%	1,392%	1,389%	1,387%	1,384%	1,382%	1,380%					
2,30	1,236%	1,233%	1,231%	1,229%	1,226%	1,224%	1,222%					
2,35	1,093%	1,091%	1,089%	1,086%	1,084%	1,082%	1,080%					
2,40	0,966%	0,963%	0,961%	0,959%	0,957%	0,955%	0,953%					
2,45	0,852%	0,849%	0,847%	0,845%	0,843%	0,841%	0,839%					
2,50	0,750%	0,748%	0,746%	0,744%	0,742%	0,740%	0,738%					
2,55	0,659%	0,657%	0,655%	0,653%	0,652%	0,650%	0,648%					
2,60	0,578%	0,576%	0,575%	0,573%	0,571%	0,570%	0,568%					
2,65	0,507%	0,505%	0,503%	0,502%	0,500%	0,499%	0,497%					
2,70	0,443%	0,441%	0,440%	0,439%	0,437%	0,436%	0,434%					
2,75	0,387%	0,385%	0,384%	0,383%	0,381%	0,380%	0,379%					
2,80	0,337%	0,336%	0,335%	0,334%	0,332%	0,331%	0,330%					
2,85	0,294%	0,293%	0,291%	0,290%	0,289%	0,288%	0,287%					
2,90	0,255%	0,254%	0,253%	0,252%	0,251%	0,250%	0,249%					
2,95	0,222%	0,221%	0,220%	0,219%	0,218%	0,217%	0,216%					
3,00	0,192%	0,191%	0,190%	0,189%	0,189%	0,188%	0,187%					
3,05	0,166%	0,165%	0,165%	0,164%	0,163%	0,162%	0,162%					
3,10	0,144%	0,143%	0,142%	0,141%	0,141%	0,140%	0,139%					
3,15	0,124%	0,123%	0,123%	0,122%	0,121%	0,121%	0,120%					
3,20	0,107%	0,106%	0,106%	0,105%	0,104%	0,104%	0,103%					
3,25	0,092%	0,091%	0,091%	0,090%	0,090%	0,089%	0,089%					
3,30	0,079%	0,079%	0,078%	0,078%	0,077%	0,077%	0,076%					
3,35	0,068%	0,067%	0,067%	0,067%	0,066%	0,066%	0,065%					
3,40	0,058%	0,058%	0,057%	0,057%	0,057%	0,056%	0,056%					
3,45	0,050%	0,049%	0,049%	0,049%	0,048%	0,048%	0,048%					
3,50	0,043%	0,042%	0,042%	0,042%	0,041%	0,041%	0,041%					
3,55	0,036%	0,036%	0,036%	0,035%	0,035%	0,035%	0,035%					
3,60	0,031%	0,031%	0,031%	0,030%	0,030%	0,030%	0,030%					
3,65	0,026%	0,026%	0,026%	0,026%	0,026%	0,025%	0,025%					
3,70	0,023%	0,022%	0,022%	0,022%	0,022%	0,021%	0,021%					
3,75 o más	0,019%	0,019%	0,019%	0,019%	0,018%	0,018%	0,018%					

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

Tabla 107-2

Factor de calidad o de pago

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

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

Tabla 107-2 (continuación)

Factor de calidad o de pago

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

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

Tabla 107-2 (continuación)

Factor de calidad o de pago

Categoría		Factor de Calidad o de Pago									
		Número de pruebas realizadas (nj) en el parámetro de especificación analizado (j)									
I	II	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Factor de calidad (FCj)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación: Nij									
100,0%		↖ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior									
100,0%	Más de 100,0% => aplicar 100%	7,803%	7,506%	7,220%	6,944%	6,678%	6,421%	6,173%	5,932%	5,699%	5,473%
99,5%		8,303%	8,006%	7,720%	7,440%	7,178%	6,921%	6,673%	6,432%	6,199%	5,973%
99,0%		8,803%	8,506%	8,220%	7,944%	7,678%	7,421%	7,173%	6,932%	6,699%	6,473%
98,5%		9,303%	9,006%	8,720%	8,444%	8,178%	7,941%	7,673%	7,432%	7,199%	6,973%
98,0%		9,803%	9,506%	9,220%	8,944%	8,678%	8,421%	8,173%	7,932%	7,699%	7,473%
97,5%		10,303%	10,006%	9,720%	9,444%	9,178%	8,921%	8,673%	8,432%	8,199%	7,973%
97,0%		10,803%	10,506%	10,220%	9,944%	9,678%	9,421%	9,173%	8,932%	8,699%	8,473%
96,5%		11,303%	11,006%	10,720%	10,444%	10,178%	9,921%	9,673%	9,432%	9,199%	8,973%
96,0%		11,803%	11,506%	11,220%	10,944%	10,678%	10,421%	10,173%	9,932%	9,699%	9,473%
95,5%		12,303%	12,006%	11,720%	11,444%	11,178%	10,921%	10,673%	10,432%	10,199%	9,973%
95,0%	100,0%	12,803%	12,506%	12,220%	11,944%	11,678%	11,421%	11,173%	10,932%	10,699%	10,473%
94,5%	99,5%	13,303%	13,006%	12,720%	12,444%	12,178%	11,921%	11,673%	11,432%	11,199%	10,973%
94,0%	99,0%	13,803%	13,506%	13,220%	12,944%	12,678%	12,421%	12,173%	11,932%	11,699%	11,473%
93,5%	98,5%	14,303%	14,006%	13,720%	13,444%	13,178%	12,921%	12,673%	12,432%	12,199%	11,973%
93,0%	98,0%	14,803%	14,506%	14,220%	13,944%	13,678%	13,421%	13,173%	12,932%	12,699%	12,473%
92,5%	97,5%	15,303%	15,006%	14,720%	14,444%	14,178%	13,921%	13,673%	13,432%	13,199%	12,973%
92,0%	97,0%	15,803%	15,506%	15,220%	14,944%	14,678%	14,421%	14,173%	13,932%	13,699%	13,473%
91,5%	96,5%	16,303%	16,006%	15,720%	15,444%	15,178%	14,921%	14,673%	14,432%	14,199%	13,973%
91,0%	96,0%	16,803%	16,506%	16,220%	15,944%	15,678%	15,421%	15,173%	14,932%	14,699%	14,473%
90,5%	95,5%	17,303%	17,006%	16,720%	16,444%	16,178%	15,921%	15,673%	15,432%	15,199%	14,973%
90,0%	95,0%	17,803%	17,506%	17,220%	16,944%	16,678%	16,421%	16,173%	15,932%	15,699%	15,473%
89,5%	94,5%	18,303%	18,006%	17,720%	17,444%	17,178%	16,921%	16,673%	16,432%	16,199%	15,973%
89,0%	94,0%	18,803%	18,506%	18,220%	17,944%	17,678%	17,421%	17,173%	16,932%	16,699%	16,473%
88,5%	93,5%	19,303%	19,006%	18,720%	18,444%	18,178%	17,921%	17,673%	17,432%	17,199%	16,973%
88,0%	93,0%	19,803%	19,506%	19,220%	18,944%	18,678%	18,421%	18,173%	17,932%	17,699%	17,473%
87,5%	92,5%	20,303%	20,006%	19,720%	19,444%	19,178%	18,921%	18,673%	18,432%	18,199%	17,973%
87,0%	92,0%	20,803%	20,506%	20,220%	19,944%	19,678%	19,421%	19,173%	18,932%	18,699%	18,473%
86,5%	91,5%	21,303%	21,006%	20,720%	20,444%	20,178%	19,921%	19,673%	19,432%	19,199%	18,973%
86,0%	91,0%	21,803%	21,506%	21,220%	20,944%	20,678%	20,421%	20,173%	19,932%	19,699%	19,473%
85,5%	90,5%	22,303%	22,006%	21,720%	21,444%	21,178%	20,921%	20,673%	20,432%	20,199%	19,973%
85,0%	90,0%	22,803%	22,506%	22,220%	21,944%	21,678%	21,421%	21,173%	20,932%	20,699%	20,473%
84,5%	89,5%	23,303%	23,006%	22,720%	22,444%	22,178%	21,921%	21,673%	21,432%	21,199%	20,973%
84,0%	89,0%	23,803%	23,506%	23,220%	22,944%	22,678%	22,421%	22,173%	21,932%	21,699%	21,473%
83,5%	88,5%	24,303%	24,006%	23,720%	23,444%	23,178%	22,921%	22,673%	22,432%	22,199%	21,973%
83,0%	88,0%	24,803%	24,506%	24,220%	23,944%	23,678%	23,421%	23,173%	22,932%	22,699%	22,473%
82,5%	87,5%	25,303%	25,006%	24,720%	24,444%	24,178%	23,921%	23,673%	23,432%	23,199%	22,973%
82,0%	87,0%	25,803%	25,506%	25,220%	24,944%	24,678%	24,421%	24,173%	23,932%	23,699%	23,473%
81,5%	86,5%	26,303%	26,006%	25,720%	25,444%	25,178%	24,921%	24,673%	24,432%	24,199%	23,973%
81,0%	86,0%	26,803%	26,506%	26,220%	25,944%	25,678%	25,421%	25,173%	24,932%	24,699%	24,473%
80,5%	85,5%	27,303%	27,006%	26,720%	26,444%	26,178%	25,921%	25,673%	25,432%	25,199%	24,973%
80,0%	85,0%	27,803%	27,506%	27,220%	26,944%	26,678%	26,421%	26,173%	25,932%	25,699%	25,473%
79,5%	84,5%	28,303%	28,006%	27,720%	27,444%	27,178%	26,921%	26,673%	26,432%	26,199%	25,973%
79,0%	84,0%	28,803%	28,506%	28,220%	27,944%	27,678%	27,421%	27,173%	26,932%	26,699%	26,473%
78,5%	83,5%	29,303%	29,006%	28,720%	28,444%	28,178%	27,921%	27,673%	27,432%	27,199%	26,973%
78,0%	83,0%	29,803%	29,506%	29,220%	28,944%	28,678%	28,421%	28,173%	27,932%	27,699%	27,473%
77,5%	82,5%	30,303%	30,006%	29,720%	29,444%	29,178%	28,921%	28,673%	28,432%	28,199%	27,973%
77,0%	82,0%	30,803%	30,506%	30,220%	29,944%	29,678%	29,421%	29,173%	28,932%	28,699%	28,473%
76,5%	81,5%	31,303%	31,006%	30,720%	30,444%	30,178%	29,921%	29,673%	29,432%	29,199%	28,973%
76,0%	81,0%	31,803%	31,506%	31,220%	30,944%	30,678%	30,421%	30,173%	29,932%	29,699%	29,473%
75,5%	80,5%	32,303%	32,006%	31,720%	31,444%	31,178%	30,921%	30,673%	30,432%	30,199%	29,973%
75,0%	80,0%	32,803%	32,506%	32,220%	31,944%	31,678%	31,421%	31,173%	30,932%	30,699%	30,473%
Menos de 75,0% => Rechazar	79,5%	33,303%	33,006%	32,720%	32,444%	32,178%	31,921%	31,673%	31,432%	31,199%	30,973%
	79,0%	33,803%	33,506%	33,220%	32,944%	32,678%	32,421%	32,173%	31,932%	31,699%	31,473%
	78,5%	34,303%	34,006%	33,720%	33,444%	33,178%	32,921%	32,673%	32,432%	32,199%	31,973%
	78,0%	34,803%	34,506%	34,220%	33,944%	33,678%	33,421%	33,173%	32,932%	32,699%	32,473%
	77,5%	35,303%	35,006%	34,720%	34,444%	34,178%	33,921%	33,673%	33,432%	33,199%	32,973%
	77,0%	35,803%	35,506%	35,220%	34,944%	34,678%	34,421%	34,173%	33,932%	33,699%	33,473%
	76,0%	36,303%	36,006%	35,720%	35,444%	35,178%	34,921%	34,673%	34,432%	34,199%	33,973%
	76,0%	36,803%	36,506%	36,220%	35,944%	35,678%	35,421%	35,173%	34,932%	34,699%	34,473%
	75,0%	37,303%	37,006%	36,720%	36,444%	36,178%	35,921%	35,673%	35,432%	35,199%	34,973%
	75,0%	37,803%	37,506%	37,220%	36,944%	36,678%	36,421%	36,173%	35,932%	35,699%	35,473%
	Rechazar	↗ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior									

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

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

Categoría		Factor de Calidad o de Pago									
		Número de pruebas realizadas (nj) en el parámetro de especificación analizado (j)									
I	II	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Factor de calidad (FCj)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación: Nij									
100,0%		~ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior									
100,0%	Más de 100,0% => aplicar 100%	5,253%	5,039%	4,832%	4,630%	4,433%	4,241%	4,054%	3,871%	3,693%	3,519%
99,5%		5,753%	5,539%	5,332%	5,130%	4,933%	4,741%	4,554%	4,371%	4,193%	4,019%
99,0%		6,253%	6,039%	5,832%	5,630%	5,433%	5,241%	5,054%	4,871%	4,693%	4,519%
98,5%		6,753%	6,539%	6,332%	6,130%	5,933%	5,741%	5,554%	5,371%	5,193%	5,019%
98,0%		7,253%	7,039%	6,832%	6,630%	6,433%	6,241%	6,054%	5,871%	5,693%	5,519%
97,5%		7,753%	7,539%	7,332%	7,130%	6,933%	6,741%	6,554%	6,371%	6,193%	6,019%
97,0%		8,253%	8,039%	7,832%	7,630%	7,433%	7,241%	7,054%	6,871%	6,693%	6,519%
96,5%		8,753%	8,539%	8,332%	8,130%	7,933%	7,741%	7,554%	7,371%	7,193%	7,019%
96,0%		9,253%	9,039%	8,832%	8,630%	8,433%	8,241%	8,054%	7,871%	7,693%	7,519%
95,5%		9,753%	9,539%	9,332%	9,130%	8,933%	8,741%	8,554%	8,371%	8,193%	8,019%
95,0%	100,0%	10,253%	10,039%	9,832%	9,630%	9,433%	9,241%	9,054%	8,871%	8,693%	8,519%
94,5%	99,5%	10,753%	10,539%	10,332%	10,130%	9,933%	9,741%	9,554%	9,371%	9,193%	9,019%
94,0%	99,0%	11,253%	11,039%	10,832%	10,630%	10,433%	10,241%	10,054%	9,871%	9,693%	9,519%
93,5%	98,5%	11,753%	11,539%	11,332%	11,130%	10,933%	10,741%	10,554%	10,371%	10,193%	10,019%
93,0%	98,0%	12,253%	12,039%	11,832%	11,630%	11,433%	11,241%	11,054%	10,871%	10,693%	10,519%
92,5%	97,5%	12,753%	12,539%	12,332%	12,130%	11,933%	11,741%	11,554%	11,371%	11,193%	11,019%
92,0%	97,0%	13,253%	13,039%	12,832%	12,630%	12,433%	12,241%	12,054%	11,871%	11,693%	11,519%
91,5%	96,5%	13,753%	13,539%	13,332%	13,130%	12,933%	12,741%	12,554%	12,371%	12,193%	12,019%
91,0%	96,0%	14,253%	14,039%	13,832%	13,630%	13,433%	13,241%	13,054%	12,871%	12,693%	12,519%
90,5%	95,5%	14,753%	14,539%	14,332%	14,130%	13,933%	13,741%	13,554%	13,371%	13,193%	13,019%
90,0%	95,0%	15,253%	15,039%	14,832%	14,630%	14,433%	14,241%	14,054%	13,871%	13,693%	13,519%
89,5%	94,5%	15,753%	15,539%	15,332%	15,130%	14,933%	14,741%	14,554%	14,371%	14,193%	14,019%
89,0%	94,0%	16,253%	16,039%	15,832%	15,630%	15,433%	15,241%	15,054%	14,871%	14,693%	14,519%
88,5%	93,5%	16,753%	16,539%	16,332%	16,130%	15,933%	15,741%	15,554%	15,371%	15,193%	15,019%
88,0%	93,0%	17,253%	17,039%	16,832%	16,630%	16,433%	16,241%	16,054%	15,871%	15,693%	15,519%
87,5%	92,5%	17,753%	17,539%	17,332%	17,130%	16,933%	16,741%	16,554%	16,371%	16,193%	16,019%
87,0%	92,0%	18,253%	18,039%	17,832%	17,630%	17,433%	17,241%	17,054%	16,871%	16,693%	16,519%
86,5%	91,5%	18,753%	18,539%	18,332%	18,130%	17,933%	17,741%	17,554%	17,371%	17,193%	17,019%
86,0%	91,0%	19,253%	19,039%	18,832%	18,630%	18,433%	18,241%	18,054%	17,871%	17,693%	17,519%
85,5%	90,5%	19,753%	19,539%	19,332%	19,130%	18,933%	18,741%	18,554%	18,371%	18,193%	18,019%
85,0%	90,0%	20,253%	20,039%	19,832%	19,630%	19,433%	19,241%	19,054%	18,871%	18,693%	18,519%
84,5%	89,5%	20,753%	20,539%	20,332%	20,130%	19,933%	19,741%	19,554%	19,371%	19,193%	19,019%
84,0%	89,0%	21,253%	21,039%	20,832%	20,630%	20,433%	20,241%	20,054%	19,871%	19,693%	19,519%
83,5%	88,5%	21,753%	21,539%	21,332%	21,130%	20,933%	20,741%	20,554%	20,371%	20,193%	20,019%
83,0%	88,0%	22,253%	22,039%	21,832%	21,630%	21,433%	21,241%	21,054%	20,871%	20,693%	20,519%
82,5%	87,5%	22,753%	22,539%	22,332%	22,130%	21,933%	21,741%	21,554%	21,371%	21,193%	21,019%
82,0%	87,0%	23,253%	23,039%	22,832%	22,630%	22,433%	22,241%	22,054%	21,871%	21,693%	21,519%
81,5%	86,5%	23,753%	23,539%	23,332%	23,130%	22,933%	22,741%	22,554%	22,371%	22,193%	22,019%
81,0%	86,0%	24,253%	24,039%	23,832%	23,630%	23,433%	23,241%	23,054%	22,871%	22,693%	22,519%
80,5%	85,5%	24,753%	24,539%	24,332%	24,130%	23,933%	23,741%	23,554%	23,371%	23,193%	23,019%
80,0%	85,0%	25,253%	25,039%	24,832%	24,630%	24,433%	24,241%	24,054%	23,871%	23,693%	23,519%
79,5%	84,5%	25,753%	25,539%	25,332%	25,130%	24,933%	24,741%	24,554%	24,371%	24,193%	24,019%
79,0%	84,0%	26,253%	26,039%	25,832%	25,630%	25,433%	25,241%	25,054%	24,871%	24,693%	24,519%
78,5%	83,5%	26,753%	26,539%	26,332%	26,130%	25,933%	25,741%	25,554%	25,371%	25,193%	25,019%
78,0%	83,0%	27,253%	27,039%	26,832%	26,630%	26,433%	26,241%	26,054%	25,871%	25,693%	25,519%
77,5%	82,5%	27,753%	27,539%	27,332%	27,130%	26,933%	26,741%	26,554%	26,371%	26,193%	26,019%
77,0%	82,0%	28,253%	28,039%	27,832%	27,630%	27,433%	27,241%	27,054%	26,871%	26,693%	26,519%
76,5%	81,5%	28,753%	28,539%	28,332%	28,130%	27,933%	27,741%	27,554%	27,371%	27,193%	27,019%
76,0%	81,0%	29,253%	29,039%	28,832%	28,630%	28,433%	28,241%	28,054%	27,871%	27,693%	27,519%
75,5%	80,5%	29,753%	29,539%	29,332%	29,130%	28,933%	28,741%	28,554%	28,371%	28,193%	28,019%
75,0%	80,0%	30,253%	30,039%	29,832%	29,630%	29,433%	29,241%	29,054%	28,871%	28,693%	28,519%
Menos de 75,0% => Rechazar	79,5%	30,753%	30,539%	30,332%	30,130%	29,933%	29,741%	29,554%	29,371%	29,193%	29,019%
	79,0%	31,253%	31,039%	30,832%	30,630%	30,433%	30,241%	30,054%	29,871%	29,693%	29,519%
	78,5%	31,753%	31,539%	31,332%	31,130%	30,933%	30,741%	30,554%	30,371%	30,193%	30,019%
	78,0%	32,253%	32,039%	31,832%	31,630%	31,433%	31,241%	31,054%	30,871%	30,693%	30,519%
	77,5%	32,753%	32,539%	32,332%	32,130%	31,933%	31,741%	31,554%	31,371%	31,193%	31,019%
	77,0%	33,253%	33,039%	32,832%	32,630%	32,433%	32,241%	32,054%	31,871%	31,693%	31,519%
	76,5%	33,753%	33,539%	33,332%	33,130%	32,933%	32,741%	32,554%	32,371%	32,193%	32,019%
76,0%	34,253%	34,039%	33,832%	33,630%	33,433%	33,241%	33,054%	32,871%	32,693%	32,519%	
75,5%	34,753%	34,539%	34,332%	34,130%	33,933%	33,741%	33,554%	33,371%	33,193%	33,019%	
75,0%	35,253%	35,039%	34,832%	34,630%	34,433%	34,241%	34,054%	33,871%	33,693%	33,519%	
Rechazar		~ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior									

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

Tabla 107-2 (continuación)

Factor de calidad o de pago

Categoría		Factor de Calidad o de Pago									
		Número de pruebas realizadas (nj) en el parámetro de especificación analizado (j)									
I	II	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Factor de calidad (FCj)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación: Nij									
100,0%		~ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior									
100,0%	Más de 100,0% => aplicar 100%	3,348%	3,182%	3,019%	2,859%	2,703%	2,550%	2,400%	2,253%	2,108%	1,967%
99,5%		3,848%	3,682%	3,519%	3,359%	3,203%	3,050%	2,900%	2,753%	2,608%	2,467%
99,0%		4,348%	4,182%	4,019%	3,859%	3,703%	3,550%	3,400%	3,253%	3,108%	2,967%
98,5%		4,848%	4,682%	4,519%	4,359%	4,203%	4,050%	3,900%	3,753%	3,608%	3,497%
98,0%		5,348%	5,182%	5,019%	4,859%	4,703%	4,550%	4,400%	4,253%	4,108%	3,967%
97,5%		5,848%	5,682%	5,519%	5,359%	5,203%	5,050%	4,900%	4,753%	4,608%	4,467%
97,0%		6,348%	6,182%	6,019%	5,859%	5,703%	5,550%	5,400%	5,253%	5,108%	4,967%
96,5%		6,848%	6,682%	6,519%	6,359%	6,203%	6,050%	5,900%	5,753%	5,608%	5,467%
96,0%		7,348%	7,182%	7,019%	6,859%	6,703%	6,550%	6,400%	6,253%	6,108%	5,967%
95,5%		7,848%	7,682%	7,519%	7,359%	7,203%	7,050%	6,900%	6,753%	6,608%	6,467%
95,0%	100,0%	8,348%	8,182%	8,019%	7,859%	7,703%	7,550%	7,400%	7,253%	7,108%	6,967%
94,5%	99,5%	8,848%	8,682%	8,519%	8,359%	8,203%	8,050%	7,900%	7,753%	7,608%	7,467%
94,0%	99,0%	9,348%	9,182%	9,019%	8,859%	8,703%	8,550%	8,400%	8,253%	8,108%	7,967%
93,5%	98,5%	9,848%	9,682%	9,519%	9,359%	9,203%	9,050%	8,900%	8,753%	8,608%	8,467%
93,0%	98,0%	10,348%	10,182%	10,019%	9,859%	9,703%	9,550%	9,400%	9,253%	9,108%	8,967%
92,5%	97,5%	10,848%	10,682%	10,519%	10,359%	10,203%	10,050%	9,900%	9,753%	9,608%	9,467%
92,0%	97,0%	11,348%	11,182%	11,019%	10,859%	10,703%	10,550%	10,400%	10,253%	10,108%	9,967%
91,5%	96,5%	11,848%	11,682%	11,519%	11,359%	11,203%	11,050%	10,900%	10,753%	10,608%	10,467%
91,0%	96,0%	12,348%	12,182%	12,019%	11,859%	11,703%	11,550%	11,400%	11,253%	11,108%	10,967%
90,5%	95,5%	12,848%	12,682%	12,519%	12,359%	12,203%	12,050%	11,900%	11,753%	11,608%	11,467%
90,0%	95,0%	13,348%	13,182%	13,019%	12,859%	12,703%	12,550%	12,400%	12,253%	12,108%	11,967%
89,5%	94,5%	13,848%	13,682%	13,519%	13,359%	13,203%	13,050%	12,900%	12,753%	12,608%	12,467%
89,0%	94,0%	14,348%	14,182%	14,019%	13,859%	13,703%	13,550%	13,400%	13,253%	13,108%	12,967%
88,5%	93,5%	14,848%	14,682%	14,519%	14,359%	14,203%	14,050%	13,900%	13,753%	13,608%	13,467%
88,0%	93,0%	15,348%	15,182%	15,019%	14,859%	14,703%	14,550%	14,400%	14,253%	14,108%	13,967%
87,5%	92,5%	15,848%	15,682%	15,519%	15,359%	15,203%	15,050%	14,900%	14,753%	14,608%	14,467%
87,0%	92,0%	16,348%	16,182%	16,019%	15,859%	15,703%	15,550%	15,400%	15,253%	15,108%	14,967%
86,5%	91,5%	16,848%	16,682%	16,019%	16,359%	16,203%	16,050%	15,900%	15,753%	15,608%	15,467%
86,0%	91,0%	17,348%	17,182%	17,019%	16,859%	16,703%	16,550%	16,400%	16,253%	16,108%	15,967%
85,5%	90,5%	17,848%	17,682%	17,519%	17,359%	17,203%	17,050%	16,900%	16,753%	16,608%	16,467%
85,0%	90,0%	18,348%	18,182%	18,019%	17,859%	17,703%	17,550%	17,400%	17,253%	17,108%	16,967%
84,5%	89,5%	18,848%	18,682%	18,519%	18,359%	18,203%	18,050%	17,900%	17,753%	17,608%	17,467%
84,0%	89,0%	19,348%	19,182%	19,019%	18,859%	18,703%	18,550%	18,400%	18,253%	18,108%	17,967%
83,5%	88,5%	19,848%	19,682%	19,519%	19,359%	19,203%	19,050%	18,900%	18,753%	18,608%	18,467%
83,0%	88,0%	20,348%	20,182%	20,019%	19,859%	19,703%	19,550%	19,400%	19,253%	19,108%	18,967%
82,5%	87,5%	20,848%	20,682%	20,519%	20,359%	20,203%	20,050%	19,900%	19,753%	19,608%	19,467%
82,0%	87,0%	21,348%	21,182%	21,019%	20,859%	20,703%	20,550%	20,400%	20,253%	20,108%	19,967%
81,5%	86,5%	21,848%	21,682%	21,519%	21,359%	21,203%	21,050%	20,900%	20,753%	20,608%	20,467%
81,0%	86,0%	22,348%	22,182%	22,019%	21,859%	21,703%	21,550%	21,400%	21,253%	21,108%	20,967%
80,5%	85,5%	22,848%	22,682%	22,519%	22,359%	22,203%	22,050%	21,900%	21,753%	21,608%	21,467%
80,0%	85,0%	23,348%	23,182%	23,019%	22,859%	22,703%	22,550%	22,400%	22,253%	22,108%	21,967%
79,5%	84,5%	23,848%	23,682%	23,519%	23,359%	23,203%	23,050%	22,900%	22,753%	22,608%	22,467%
79,0%	84,0%	24,348%	24,182%	24,019%	23,859%	23,703%	23,550%	23,400%	23,253%	23,108%	22,967%
78,5%	83,5%	24,848%	24,682%	24,519%	24,359%	24,203%	24,050%	23,900%	23,753%	23,608%	23,467%
78,0%	83,0%	25,348%	25,182%	25,019%	24,859%	24,703%	24,550%	24,400%	24,253%	24,108%	23,967%
77,5%	82,5%	25,848%	25,682%	25,519%	25,359%	25,203%	25,050%	24,900%	24,753%	24,608%	24,467%
77,0%	82,0%	26,348%	26,182%	26,019%	25,859%	25,703%	25,550%	25,400%	25,253%	25,108%	24,967%
76,5%	81,5%	26,848%	26,682%	26,519%	26,359%	26,203%	26,050%	25,900%	25,753%	25,608%	25,467%
76,0%	81,0%	27,348%	27,182%	27,019%	26,859%	26,703%	26,550%	26,400%	26,253%	26,108%	25,967%
75,5%	80,5%	27,848%	27,682%	27,519%	27,359%	27,203%	27,050%	26,900%	26,753%	26,608%	26,467%
75,0%	80,0%	28,348%	28,182%	28,019%	27,859%	27,703%	27,550%	27,400%	27,253%	27,108%	26,967%
Menos de 75,0% => Rechazar	79,5%	28,848%	28,682%	28,519%	28,359%	28,203%	28,050%	27,900%	27,753%	27,608%	27,467%
	79,0%	29,348%	29,182%	29,019%	28,859%	28,703%	28,550%	28,400%	28,253%	28,108%	27,967%
	78,5%	29,848%	29,682%	29,519%	29,359%	29,203%	29,050%	28,900%	28,753%	28,608%	28,467%
	78,0%	30,348%	30,182%	30,019%	29,859%	29,703%	29,550%	29,400%	29,253%	29,108%	28,967%
	77,5%	30,848%	30,682%	30,519%	30,359%	30,203%	30,050%	29,900%	29,753%	29,608%	29,467%
	77,0%	31,348%	31,182%	31,019%	30,859%	30,703%	30,550%	30,400%	30,253%	30,108%	29,967%
	76,5%	31,848%	31,682%	31,519%	31,359%	31,203%	31,050%	30,900%	30,753%	30,608%	30,467%
	76,0%	32,348%	32,182%	32,019%	31,859%	31,703%	31,550%	31,400%	31,253%	31,108%	30,967%
	75,5%	32,848%	32,682%	32,519%	32,359%	32,203%	32,050%	31,900%	31,753%	31,608%	30,967%
	75,0%	33,348%	33,182%	33,019%	32,859%	32,703%	32,550%	32,400%	32,253%	32,108%	31,967%
Rechazar		~ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior									

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

Tabla 107-2 (continuación)

Factor de calidad o de pago

Categoría		Factor de Calidad o de Pago									
		Número de pruebas realizadas (nj) en el parámetro de especificación analizado (j)									
I	II	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
Factor de calidad (FCj)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación: Nij									
100,0%		~ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior									
100,0%	Más de 100,0% => aplicar 100%	1,828%	1,691%	1,557%	1,425%	1,296%	1,168%	1,043%	0,920%	0,798%	0,679%
99,5%		2,328%	2,191%	2,057%	1,925%	1,796%	1,668%	1,543%	1,420%	1,298%	1,179%
99,0%		2,828%	2,691%	2,557%	2,425%	2,296%	2,168%	2,043%	1,920%	1,798%	1,679%
98,5%		3,328%	3,191%	3,057%	2,925%	2,796%	2,668%	2,543%	2,420%	2,298%	2,179%
98,0%		3,828%	3,691%	3,557%	3,425%	3,296%	3,168%	3,043%	2,920%	2,798%	2,679%
97,5%		4,328%	4,191%	4,057%	3,925%	3,796%	3,668%	3,543%	3,420%	3,298%	3,179%
97,0%		4,828%	4,691%	4,557%	4,425%	4,296%	4,168%	4,043%	3,920%	3,798%	3,679%
96,5%		5,328%	5,191%	5,057%	4,925%	4,796%	4,668%	4,543%	4,420%	4,298%	4,179%
96,0%		5,828%	5,691%	5,557%	5,425%	5,296%	5,168%	5,043%	4,920%	4,798%	4,679%
95,5%		6,328%	6,191%	6,057%	5,925%	5,796%	5,668%	5,543%	5,420%	5,298%	5,179%
95,0%	100,0%	6,828%	6,691%	6,557%	6,425%	6,296%	6,168%	6,043%	5,920%	5,798%	5,679%
94,5%	99,5%	7,328%	7,191%	7,057%	6,925%	6,796%	6,668%	6,543%	6,420%	6,298%	6,179%
94,0%	99,0%	7,828%	7,691%	7,557%	7,425%	7,296%	7,168%	7,043%	6,920%	6,798%	6,679%
93,5%	98,5%	8,328%	8,191%	8,057%	7,925%	7,796%	7,668%	7,543%	7,420%	7,298%	7,179%
93,0%	98,0%	8,828%	8,691%	8,557%	8,425%	8,296%	8,168%	8,043%	7,920%	7,798%	7,679%
92,5%	97,5%	9,328%	9,191%	9,057%	8,925%	8,796%	8,668%	8,543%	8,420%	8,298%	8,179%
92,0%	97,0%	9,828%	9,691%	9,557%	9,425%	9,296%	9,168%	9,043%	8,920%	8,798%	8,679%
91,5%	96,5%	10,328%	10,191%	10,057%	9,925%	9,796%	9,668%	9,543%	9,420%	9,298%	9,179%
91,0%	96,0%	10,828%	10,691%	10,557%	10,425%	10,296%	10,168%	10,043%	9,920%	9,798%	9,679%
90,5%	95,5%	11,328%	11,191%	11,057%	10,925%	10,796%	10,668%	10,543%	10,420%	10,298%	10,179%
90,0%	95,0%	11,828%	11,691%	11,557%	11,425%	11,296%	11,168%	11,043%	10,920%	10,798%	10,679%
89,5%	94,5%	12,328%	12,191%	12,057%	11,925%	11,796%	11,668%	11,543%	11,420%	11,298%	11,179%
89,0%	94,0%	12,828%	12,691%	12,557%	12,425%	12,296%	12,168%	12,043%	11,920%	11,798%	11,679%
88,5%	93,5%	13,328%	13,191%	13,057%	12,925%	12,796%	12,668%	12,543%	12,420%	12,298%	12,179%
88,0%	93,0%	13,828%	13,691%	13,557%	13,425%	13,296%	13,168%	13,043%	12,920%	12,798%	12,679%
87,5%	92,5%	14,328%	14,191%	14,057%	13,925%	13,796%	13,668%	13,543%	13,420%	13,298%	13,179%
87,0%	92,0%	14,828%	14,691%	14,557%	14,425%	14,296%	14,168%	14,043%	13,920%	13,798%	13,679%
86,5%	91,5%	15,328%	15,191%	15,057%	14,925%	14,796%	14,668%	14,543%	14,420%	14,298%	14,179%
86,0%	91,0%	15,828%	15,691%	15,557%	15,425%	15,296%	15,168%	15,043%	14,920%	14,798%	14,679%
85,5%	90,5%	16,328%	16,191%	16,057%	15,925%	15,796%	15,668%	15,543%	15,420%	15,298%	15,179%
85,0%	90,0%	16,828%	16,691%	16,557%	16,425%	16,296%	16,168%	16,043%	15,920%	15,798%	15,679%
84,5%	89,5%	17,328%	17,191%	17,057%	16,925%	16,796%	16,668%	16,543%	16,420%	16,298%	16,179%
84,0%	89,0%	17,828%	17,691%	17,557%	17,425%	17,296%	17,168%	17,043%	16,920%	16,798%	16,679%
83,5%	88,5%	18,328%	18,191%	18,057%	17,925%	17,796%	17,668%	17,543%	17,420%	17,298%	17,179%
83,0%	88,0%	18,828%	18,691%	18,557%	18,425%	18,296%	18,168%	18,043%	17,920%	17,798%	17,679%
82,5%	87,5%	19,328%	19,191%	19,057%	18,925%	18,796%	18,668%	18,543%	18,420%	18,298%	18,179%
82,0%	87,0%	19,828%	19,691%	19,557%	19,425%	19,296%	19,168%	19,043%	18,920%	18,798%	18,679%
81,5%	86,5%	20,328%	20,191%	20,057%	19,925%	19,796%	19,668%	19,543%	19,420%	19,298%	19,179%
81,0%	86,0%	20,828%	20,691%	20,557%	20,425%	20,296%	20,168%	20,043%	19,920%	19,798%	19,679%
80,5%	85,5%	21,328%	21,191%	21,057%	20,925%	20,796%	20,668%	20,543%	20,420%	20,298%	20,179%
80,0%	85,0%	21,828%	21,691%	21,557%	21,425%	21,296%	21,168%	21,043%	20,920%	20,798%	20,679%
79,5%	84,5%	22,328%	22,191%	22,057%	21,925%	21,796%	21,668%	21,543%	21,420%	21,298%	21,179%
79,0%	84,0%	22,828%	22,691%	22,557%	22,425%	22,296%	22,168%	22,043%	21,920%	21,798%	21,679%
78,5%	83,5%	23,328%	23,191%	23,057%	22,925%	22,796%	22,668%	22,543%	22,420%	22,298%	22,179%
78,0%	83,0%	23,828%	23,691%	23,557%	23,425%	23,296%	23,168%	23,043%	22,920%	22,798%	22,679%
77,5%	82,5%	24,328%	24,191%	24,057%	23,925%	23,796%	23,668%	23,543%	23,420%	23,298%	23,179%
77,0%	82,0%	24,828%	24,691%	24,557%	24,425%	24,296%	24,168%	24,043%	23,920%	23,798%	23,679%
76,5%	81,5%	25,328%	25,191%	25,057%	24,925%	24,796%	24,668%	24,543%	24,420%	24,298%	24,179%
76,0%	81,0%	25,828%	25,691%	25,557%	25,425%	25,296%	25,168%	25,043%	24,920%	24,798%	24,679%
75,5%	80,5%	26,328%	26,191%	26,057%	25,925%	25,796%	25,668%	25,543%	25,420%	25,298%	25,179%
75,0%	80,0%	26,828%	26,691%	26,557%	26,425%	26,296%	26,168%	26,043%	25,920%	25,798%	25,679%
Menos de 75,0% => Rechazar	79,5%	27,328%	27,191%	27,057%	26,925%	26,796%	26,668%	26,543%	26,420%	26,298%	26,179%
	79,0%	27,828%	27,691%	27,557%	27,425%	27,296%	27,168%	27,043%	26,920%	26,798%	26,679%
	78,5%	28,328%	28,191%	28,057%	27,925%	27,796%	27,668%	27,543%	27,420%	27,298%	27,179%
	78,0%	28,828%	28,691%	28,557%	28,425%	28,296%	28,167%	28,043%	27,920%	27,798%	27,679%
	77,5%	29,328%	29,191%	29,057%	28,925%	28,796%	28,668%	28,543%	28,420%	28,298%	28,179%
	77,0%	29,828%	29,691%	29,557%	29,425%	29,296%	29,167%	29,043%	28,920%	28,798%	28,679%
	76,5%	30,328%	30,191%	30,057%	29,925%	29,796%	29,668%	29,543%	29,420%	29,298%	29,179%
	76,0%	30,828%	30,691%	30,557%	30,425%	30,296%	30,168%	30,043%	29,920%	29,798%	29,679%
	75,5%	31,328%	31,191%	31,057%	30,925%	30,796%	30,667%	30,543%	30,420%	30,298%	30,179%
	75,0%	31,828%	31,691%	31,557%	31,421%	31,296%	31,168%	31,043%	30,920%	30,798%	30,679%
Rechazar		~ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior									

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

Tabla 107-2 (continuación)

Factor de calidad o de pago

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

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

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

Sección 110.) MEDICIÓN Y PAGO

110.01 Métodos de medición.

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

A menos que fuera especificado de otra manera, la medición debe hacerse cuando el trabajo haya sido terminado, acabado y aceptado (que cumpla con las especificaciones técnicas requeridas)

Debe medirse el trabajo realmente ejecutado, con la excepción de que no debe tomarse en cuenta, para efectos de pago, el trabajo hecho fuera de los límites del diseño, o de otros límites fijados por el Contratante (límites señalados con estacas). Las estructuras deben medirse conforme a las líneas netas mostradas en los planos o ajustadas a las condiciones del terreno con la aceptación del Contratante.

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

El Contratante verificará las medidas tomadas por el Contratista.

110.02 Unidades de medición y definiciones.

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

- a) Cantidades del contrato. Las cantidades a ser pagadas bajo los renglones del contrato son las indicadas en el formulario de la propuesta. Las cantidades que aparecen en el contrato serán ajustadas si se producen cambios autorizados que las afecten, o debido a errores incurridos en el cálculo de tales cantidades. Si hay evidencia de que una cantidad del contrato es incorrecta, deben presentarse cálculos, dibujos u otras acciones, que demuestren por qué la cantidad es errónea, y una solicitud por escrito para que la cantidad sea corregida.
- b) La siguiente es una relación de las unidades de obra que se someten a medición.
 - 1) Metro cúbico medido en sitio. La medición en sitio puede ser bajo dos condiciones “en sitio en su posición inicial” y la otra “en sitio en su posición final”, para lo cual en cada sección del CR-2010 que así lo requiera, indicará cuál de los dos casos aplica para la medición de una actividad, material u obra. No obstante, en ambos casos deberá aplicarse medición topográfica.

Para el caso de posición inicial, se tiene por ejemplo la actividad de excavación en la vía, para lo cual se consideran las secciones transversales del terreno original con medición topográfica para obtener el volumen excavado por diferencia con las secciones transversales del terreno una vez excavado.

Cuando se indica en su posición final se ha de establecer, por ejemplo en el caso de terraplén, que ésta se hará en su condición final tendido, colocado, conformado, compactado, acabado y aceptado con medición topográfica, situación que aplicará de igual forma para las bases, subbases y capas granulares expuestas.

Los volúmenes sólidos deben medirse por un método aprobado por la Administración o por el método del área final promedio, como sigue:

- (a) Deben tomarse secciones transversales del terreno original a efecto de compararlas con las plantillas de diseño o plantillas señaladas por las estacas, para determinar las áreas finales. No debe medirse el trabajo realizado fuera de las líneas o taludes establecidos por la Administración.
- (b) Si cualquier porción del trabajo es aceptable pero no está terminada de conformidad con las líneas y taludes fijados, deben volverse a tomar secciones transversales de esa porción del trabajo para hacer los ajustes de cantidades procedentes. Debe restarse cualquier cantidad fuera de los límites del diseño o del terreno.
- (c) Deben calcularse los volúmenes usando el promedio de las áreas extremas multiplicado por la distancia horizontal a lo largo de la línea de centro, o de la línea de referencia entre las áreas extremas. Deben reducirse las cantidades fuera de los límites del diseño o de las estacas.

- 2) Metro cúbico medido en el vehículo de acarreo concreto hidráulico. El volumen en metros cúbicos en el vehículo de acarreo debe determinarse usando mediciones por pesaje o capacidad del vehículo. Se deben utilizar vehículos de acarreo que porten una identificación legible y sistema de lectura en buen estado. Antes de usarse en el proyecto, la Administración y el Contratista deben ponerse de acuerdo por escrito en cuanto al volumen de material que acarrea cada vehículo y atender lo indicado en la Subsección 110.04 Procedimiento de recepción. Vehículos que lleven menos material que el volumen acordado, pueden ser rechazados o aceptados con el volumen reducido.

Deben nivelarse las cargas seleccionadas. Si la nivelación revela que el vehículo acarrea menos material que el volumen aceptado, debe reducirse la cantidad de todo el material recibido desde la última carga nivelada en la misma proporción en que el volumen real de la carga

nivelada es al volumen acordado. No se hará pago por material en exceso al volumen acordado.

- 3) Metro cúbico medido en la estructura. Medido según las líneas netas de la estructura mostradas en los planos, excepto los ajustes hechos por la Administración como consecuencia de las condiciones encontradas en el campo. No debe hacerse ninguna deducción por el volumen ocupado por el acero de refuerzo, anclajes, agujeros de drenaje o tuberías con diámetros menores de 200 milímetros.
 - 4) Metro cúbico medido con cinta. Debe usarse un sistema de medición aceptado.
- c) Unidad. Se determinará el número real de unidades completadas y aceptadas.
 - d) Hectárea (ha). 10 000 metros cuadrados. Las medidas longitudinales y transversales para el cálculo de áreas deben hacerse horizontalmente a menos que se especifique que se harán sobre la superficie del terreno. No deben hacerse deducciones del cálculo del área por detalles individuales que tengan un área de 50 metros cuadrados o menos.
 - e) Tiempo. La medición se hará por el número real de horas ordenadas por la Administración y ejecutadas por el Contratista, o con base en un factor de pago basado en el rendimiento, definido por la Administración.
 - f) Kilogramo (kg). 1000 gramos. La medida debe hacerse en conformidad con la Subdivisión 110.03. Si se suministra material ensacado o empaquetado, puede usarse el peso neto tal como fue empacado por el fabricante.
 - g) Kilómetro (km). 1000 metros. La medida debe hacerse a lo largo de la línea de centro de la carretera, camino de acceso o rampa.
 - h) Litro (L). La cantidad debe ser medida por cualquier de los métodos siguientes:
 - 1) Recipiente del volumen comprobado.
 - 2) Volumen medido, usando un sistema de medición aceptado.
 - 3) Volúmenes empacados comercialmente.

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

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

En donde A°C es la temperatura del material en el momento de ser medido

su volumen.

- i) Metro. Medición del trabajo a lo largo de su longitud de extremo a extremo paralela a la base o fundación, a lo largo de la cara superior o a lo largo de la cara frontal. No medir las superposiciones.
- j) Suma global. No es necesario hacer una medición directa. La cantidad indicada en la oferta corresponde al pago total por todo el trabajo descrito en el Contrato, necesario para completar ese renglón. Se designa la cantidad como “total.” Las cantidades estimadas para el trabajo a “suma global”, mostradas en el Contrato, son aproximadas.
- k) Tonelada Métrica (T). 1000 kilogramos. Medida de acuerdo con la Subdivisión 110.03. No se hará ningún ajuste a un precio unitario del Contrato como consecuencia de variaciones en las cantidades debidas a diferencias en la gravedad específica o contenido de humedad.

Usar pesos netos medidos en balanzas certificadas o pesos determinados con base en volúmenes certificados como una medida base sujeta a corrección cuando se pierda, se desperdicie o no sea incorporado al trabajo el material bituminoso del vehículo o el distribuidor. Cuando el material bituminoso sea transportado en camión u otro medio, pesos netos certificados, sujetos a corrección por pérdida o por espuma, pueden ser usados para calcular cantidades.

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

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

- l) Metro Cuadrado (m²). Medida hecha en un plano paralelo a la superficie sujeta a medición.

110.03 Procedimientos y aparatos de pesaje.

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

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

- b) Facturas. Si material a granel es enviado por camión o ferrocarril, y no se procesa en una planta de mezclado del Contratista, éste debe suministrar la factura del proveedor con el peso neto, o el volumen convertido a peso. Se requerirá un chequeo periódico del peso.
- c) Sistema de pesaje del proyecto. Deben suministrarse, instalarse y mantenerse balanzas automáticas digitales aceptables. Deben proporcionarse balanzas que registren el peso (masa) por lo menos con una precisión de 50 kilogramos. Debe mantenerse la exactitud de la balanza dentro del 0,5 por ciento del peso correcto en todo el rango de uso. No deben usarse balanzas de resorte.

Deben instalarse y mantenerse balanzas de plataforma, con la plataforma nivelada con cabezas rígidas en cada extremo. La plataforma debe ser de longitud suficiente para permitir el pesaje simultáneo de todos los ejes cargados del vehículo de acarreo. Los vehículos de acople pueden ser pesados separadamente o juntos.

Antes del inicio de la producción en el proyecto, después de una reubicación del equipo y por lo menos una vez por año y con base en lo definido por el fabricante del mismo, debe certificarse el sistema de pesado por la oficina nacional de pesos y medidas o por un organismo de calibración con competencia técnica para brindar este servicio. El sistema debe sellarse una vez calibrado para prevenir manipulaciones u otros ajustes después de la certificación.

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

Nombre del proyecto
Número del renglón de pago y descripción del mismo
Fecha
Hora
Número de comprobante
Número de la unidad de acarreo
Peso neto de la carga, con una precisión de por lo menos 50 kilogramos
Subtotal del peso neto para cada unidad de acarreo desde el inicio del turno
Peso neto total acumulado para todas las unidades de acarreo desde el inicio del turno

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

Deben suministrarse operadores competentes para operar el sistema de pesaje.

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

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

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

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

110.04 Procedimientos de recepción.

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

- Identificación del Proyecto
- Renglón de pago del Contrato y descripción
- Lugar donde fue colocado
- Fecha
- Número de la boleta
- Identificación del vehículo de acarreo
- Tiempo de llegada
- Peso o volumen
- Firma de la persona que recibe

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

110.05 Alcance del pago.

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

- a) Pago Directo. Se realiza pago directamente dentro de un renglón de pago mostrado en el Cartel en los siguientes casos:
 - (1) Si la medición del trabajo se lleva a cabo de acuerdo con la subdivisión de medida de la sección mediante la cual se ordenó este trabajo y el cartel de la oferta contiene un renglón de pago para él en la sección correspondiente.
 - (2) Si la Subsección de medición de la Sección según la cual se ordenó el trabajo hace referencia a otra Sección para efectos de medir el trabajo, y el cartel contiene un renglón de pago para el trabajo de la sección referenciada.
- b) Pago Indirecto. El trabajo para el que no se prevé pago directo es una obligación subsidiaria del Contratista. La retribución por tal labor se incluye indirectamente bajo otros renglones de pago mostrados en el cartel. Esto incluye casos en que la sección mediante la cual se ordena el trabajo hace referencia a otra sección para su ejecución y dicho trabajo no es señalado para pago en la subdivisión de medida de la sección original.

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

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

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

Nota:

Las siguientes subsecciones:

- **110.06. Obras especiales u obras por administración.**
- **110.06.01. Trabajos con cargo al Renglón de pago CR.110.06 “Trabajo a costo más porcentaje”**
- **110.07 Renglones de pago.**
- **110.08 Pagos de avance.**
- **110.09 Pago Final.**

No presentan modificaciones, por lo que se mantiene su versión vigente.

Sección 203.) ELIMINACIÓN DE ESTRUCTURAS, SERVICIOS EXISTENTES Y OBSTÁCULOS

203.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la remoción y eliminación de construcciones, vallas, estructuras, pavimentos, tuberías abandonadas y/o en servicio, cabezales o similares, alcantarillas, aceras y otras obstrucciones. Incluye además la recuperación de estructuras designadas para ser utilizadas en otro sitio. La eliminación de todos los desechos sólidos deberá cumplir las normas ambientales vigentes.

203.02 Materiales.

Conforme a la Sección y Subsección siguientes:

Material de relleno	704.03
Estructuras menores de concreto	601

Requerimientos para la construcción

203.03 Material recuperado.

Se deberán recuperar, con razonable cuidado, todos los materiales indicados por el Contratante o el ingeniero de proyecto. Preferentemente, la recuperación se puede aplicar en secciones o piezas que sean transportables. Se deberán reponer todas las tuercas, pines, miembros, placas o piezas que sean dañadas, se pierdan o destruyan durante la recuperación. Se deben amarrar todas las partes sueltas junto con las piezas principales y utilizar cajas para empacar los componentes. Estas cajas deben ser rotuladas indicando su contenido, fecha y lugar de procedencia.

Deben marcarse los miembros y piezas para realizar el armado posterior de la estructura y se suministrará un plano de armado al contratante. Se almacenará y resguardará apropiadamente el material recuperado en el área designada para este objetivo en el proyecto.

203.04 Material removido.

Los puentes, alcantarillas, pavimentos y otras estructuras para desagüe que estén en servicio para el paso (o tránsito) no deberán ser removidos hasta tanto no se hayan hecho los arreglos y facilidades para no interrumpir el tránsito normal. Deberá utilizarse sierra de corte para hacer recuperación o demolición parcial de aceras, bordillos, pavimentos y otras estructuras.

A no ser que el Contratante o las Especificaciones Especiales lo dispongan, los cimientos de las estructuras existentes deberán ser demolidos hasta el fondo natural o lecho del río o arroyo y las partes de la subestructura que se encuentren fuera de la corriente, se demolerán hasta por lo menos 0,50 m por debajo de la superficie natural del terreno.

En el caso de que tales elementos estructurales existentes se encuentren, ya sea en su totalidad o en parte, dentro de los límites de la construcción de la nueva estructura, serán demolidos hasta donde indique el Contratante, para permitir la construcción de la estructura nueva.

Los puentes de acero o madera, cuya recuperación esté especificada, deberán ser desmantelados, desarmados y desmontados cuidadosamente sin causar daño a las partes para facilitar su montaje en el nuevo sitio. La operación de señalamiento de las partes podrá eliminarse por autorización del Contratante. Todo el material rescatado deberá almacenarse según queda especificado en la Subsección 202.02.

Excepto en áreas de excavación y rellenos compactados al nivel de terreno terminado en sitios donde se removieron estructuras, se hará de acuerdo con la Subsección 209.10. La compactación de los rellenos deberá realizarse según se establece en la Subsección 209.11.

203.05 Material de desecho.

Cuando sea económica y prácticamente factible, se debe indicar al Contratista que el material debe ser reciclado. Se debe disponer de los escombros y del material en exceso y no adecuado del siguiente modo:

- a) Material removido del proyecto. Se debe reciclar o disponer del material fuera del proyecto, en apego a la legislación vigente. Se suministrará una declaración documentada sobre la naturaleza y cantidad del material procesado o vendido para reciclar. De forma alternativa, se suministrará una copia firmada del acuerdo sobre la disposición del material por el Ingeniero de Proyecto o quien le autorice.
- b) Quema de materiales. Deberán obtenerse los permisos necesarios para realizar la quema de materiales. Se suministrará una copia de estos permisos antes de iniciar ese proceso.

Se efectuará la quema de materiales usando procesos de alta intensidad de quemado que produzcan pocas emisiones. Por ejemplo, incineradores, altos apilamientos o trincheras y diques para quemado con entradas suplementarias de aire a presión. Se deberá proveer un inspector competente durante las operaciones de quemado.

Cuando el quemado se complete, se extinguirá el fuego de modo tal que no permanezcan escombros encendidos. Se debe disponer del material no quemado de acuerdo con el punto (a) anterior.

- c) Material enterrado. Se enterrarán los escombros en trincheras o zanjas en áreas aprobadas dentro del derecho de vía. No se deberán enterrar escombros dentro de los límites del prisma de la vía, debajo de diques de drenaje o ningún área sujeta a flujo libre de agua.

Se colocarán los escombros en capas intercaladas con suelo. Las capas intercaladas consisten en 1m de escombros cubiertos con 0,5 m de suelo. Se deben distribuir los troncos y otras piezas grandes formando una masa densa y minimizando los vacíos de aire. Se llenarán todos los vacíos con suelo. Se cubrirá la capa enterrada superior de escombros con al menos 0,5 m de suelo compactado. Se nivelará y conformará el área.

- d) Material peligroso. Se suministrará una copia de los permisos para disponer del material. Se debe disponer del material de acuerdo con las regulaciones nacionales o locales.

203.06 Aceptación.

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

203.07 Medida.

La remoción de estructuras y obstáculos se hará en cada caso por metro lineal, por metro cuadrado, por unidad o por suma global. Se debe medir la remoción por metro o por metro cuadrado antes de que esta se realice.

203.08 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas como se indica en la Subsección 203.07, se pagarán de acuerdo con el precio unitario de Contrato usando los renglones de pago indicados a continuación y según los documento de licitación. El pago compensará totalmente los trabajos descritos en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El pago se hará del siguiente modo:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.203.01	Remoción (descripción)	Unidad	(U)
CR.203.02	Remoción (descripción)	Metro Lineal	(m)
CR.203.03	Remoción (descripción)	Metro Cuadrado	(m ²)
CR.203.04	Remoción (descripción)	Suma Global	(Gbl)
CR.203.05	Remoción de estructuras y obstáculos	Suma Global	(Gbl)

CR.203.06	Reubicación de tubería (descripción)	Metro Lineal	(m)
CR.203.07	Tubería para agua potable (descripción)	Metro Lineal	(m)

SECCION 204 EXCAVACIÓN, TERRAPLENADO Y PEDRAPLENADO

204.01. Descripción.

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, terraplenado y pedraplenado 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 Administración. Las actividades generales para la ejecución de dichas obras, consisten en:

- (a) Excavación de la vía en zonas de corte de acuerdo con las secciones transversales y otras obras contempladas en los diseños del proyecto o instruidas por la Administración.
- (b) Excavación de bancos de préstamos aprobados por la Administración, cuyo material cumple con las especificaciones requeridas para ser utilizado en determinadas obras.
- (c) Excavación, retiro y reemplazo del material que no cumple con las especificaciones establecidas para el proyecto.
- (d) Excavación para remoción y prevención de derrumbes.
- (e) Preparación de la fundación de los sitios de relleno o terraplenado por medio de la conformación y compactación del terreno, banqueo y/o terraceo de acuerdo con las indicaciones establecidas en los planos de la obra o las necesidades de cada caso y aprobadas por la Administración.
- (f) Relleno y compactación de áreas sub-excavadas, hoyos, fosos y otras depresiones identificadas en el terreno, con material aprobado por la Administración.
- (g) Acarreo, colocación, extensión, humedecido o secado, conformación, compactación y acabado de las capas de material proveniente de la excavación en la vía o de bancos de préstamo, que componen cada terraplén, pedraplén u otras obras del proyecto.
- (h) Conformación de taludes laterales de acuerdo con las secciones y niveles indicados en planos y hojas de conformación.
- (i) Acabado general de las superficies finales.

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 Administración.

204.02. Definiciones.

- (a) Abultamiento: Es el aumento de volumen de un suelo que se produce cuando al realizar un corte del terreno, las partículas pierden su condición de compactación natural, generando un mayor porcentaje de vacíos entre las mismas, de manera tal que la tierra extraída tendrá un volumen mayor al espacio que dejó en la excavación.
- (b) Construcción de terraplenes y pedraplenes: Consiste en el extendido, humedecido o secado según sea, así como la conformación y compactación de los materiales excavados en la vía o proveniente de bancos de préstamo, que cumplan con las especificaciones para este fin.
- (c) Descapote: Consiste en el retiro de raíces y de suelos que contengan materia orgánica, arcillas expansivas o cualquier otro material inapropiado para la construcción de la obra.
- (d) Desecho: Material de la excavación de la vía que no cumple especificaciones para ser utilizado en el proyecto.
- (e) Desmonte y limpieza: comprende la tala, remoción y eliminación de árboles, pastos, maleza, protuberancias, desraíce , cultivos entre otros.
- (f) Excavación de material de préstamo: es la excavación de material requerido de sitios fuera del prisma de la vía, que se aplica cuando no hay disponibilidad de material de corte, éste no resulta suficiente o no cumpla con los requisitos para ser utilizado en la construcción de terraplenes, pedraplenes u otras obras del proyecto. Deberá contar con aprobación previa por parte de la Administración. Este material deberá provenir de fuentes de materiales indicadas en los planos, en las especificaciones especiales o indicadas por la Administración, que se clasifican como sigue:
 - (1) Préstamo Caso 1: material obtenido de excavación de fuentes indicadas en los planos, en las especificaciones especiales o establecidas por la Administración.
 - (2) Préstamo Caso 2: material obtenido de excavación de fuentes elegidas por el Contratista y aprobadas por la Administración.
- (g) Excavación o subexcavación del material que se desecha: Se refiere a todo el material excavado en la vía, cuya excavación no requiera el uso de explosivos, aunque sea preciso el empleo de escarificadores pesados (ripper). Lo anterior, ya sea porque, de acuerdo con los planos y la compensación de movimiento de tierra, constituye un sobrante o bien porque el material resulta inadecuado para la construcción de las obras.
- (h) Excavación de zanjas o canales temporales: Este trabajo consiste en la excavación de zanjas o canales de desagüe que se ejecuten con equipo convencional de movimiento de tierras o cuya construcción se realice a mano.

- (i) Remoción de fango o escombros: Remoción y traslado al depósito previsto para tal efecto y previamente aprobado por la Administración, de mezclas de suelos y materia orgánica, fangos o escombros y otros materiales de desecho.
- (j) Excavación en la vía: Es la extracción de todo material dentro de los límites del proyecto que no requiera el uso de explosivos. Este material se puede utilizar en la construcción, siempre y cuando cumpla con las especificaciones del proyecto, ya sea para terraplén, pedraplén u otras obras del proyecto. Bajo este concepto no se considera la excavación de préstamo, subexcavación y la excavación estructural requerida para estructuras mayores (Sección 208 Excavación y relleno para estructuras mayores) y para otras estructuras (Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras).
- (k) Excavación en roca: Consiste en toda aquella extracción de materiales de procedencia ígnea, metamórfica, sedimentaria, o en formaciones geológicas firmemente cimentadas, para la cual se requiera, en forma imprescindible, sistemática y permanente, del uso de explosivos, desgarradores (picos o ripper) o martillos hidráulicos de gran tonelaje.
- (l) Material de corte: Material producto de la excavación de la vía en corte, ya sea en roca o en tierra. Entendiendo corte como la excavación de tierras situadas por encima del nivel de la rasante establecida en los diseños.
- (m) Material de préstamo: Corresponde a cualquier material utilizado en un proyecto para completar los terraplenes o pedraplenes, para la capa estructural superior de la subrasante, para acabado u otras obras requeridas, siempre que cumpla con las especificaciones requeridas por el Contrato. Este material puede provenir de cualquier excavación dentro o fuera del área del proyecto.
- (n) Material de préstamo seleccionado para acabado: Cuando así se indique en los planos o en el Cartel de Licitación, las capas superiores de la estructura de pavimento u obra básica del camino, tanto en los cortes como en los terraplenes, se construirán en capas de material de préstamo seleccionado para acabado proveniente de fuentes de préstamo Caso 1 o Caso 2 que debe cumplir con la Subsección 704.15 Material de préstamo seleccionado para acabado.
- (o) Pedraplén: Relleno para ajustar los niveles de la subrasante en la vía, constituido básicamente por material rocoso, que debe cumplir con la Subsección 704.14 Material para pedraplén.
- (p) Remoción de derrumbes: Este trabajo consiste en eliminar materiales provenientes de deslizamientos y desprendimientos en los taludes de corte o en las laderas naturales, que se hayan suscitado durante la construcción de las obras.
- (q) Subexcavación: Se refiere a la excavación de material que se encuentre por debajo del nivel de la subrasante, cuyo material resulte inadecuado porque no cumple con las especificaciones

técnicas establecidas en el Contrato y el diseño. Se ejecuta en tramos de corte o relleno (terraplén o pedraplén), por debajo del nivel del terreno original después del desmonte.

- (r) Terraplén: Relleno utilizado para ajustar los niveles de la subrasante de la vía, constituido por material que debe cumplir con la Subsección 704.13 Material para terraplén.
- (s) Tierra vegetal que se conserva para la obra: Material de la excavación de la vía, que es conservado y almacenado, por ser apropiado para el crecimiento de hierba, siembras de cobertura o vegetación nativa. Este material debe estar razonablemente libre de suelo duro, roca, arcilla, sustancias tóxicas, basura y otros materiales perjudiciales.

204.03. Materiales.

Material para terraplén	704.13
Material para pedraplén	704.14
Material de préstamo seleccionado para acabado	704.15
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

Antes de iniciar las labores de excavación, el área deberá ser despejada de vegetación y obstrucciones de acuerdo con la Sección 201 Limpieza y desmonte y 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos. Además, se deberá contar con la aprobación previa por parte de la Administración, de los trabajos de topografía, según la Sección 152 Topografía para la construcción.

El descapote se realizará de acuerdo con el espesor que determinen los estudios de suelo y el Contrato o de conformidad con lo indicado por la Administración.

En caso que durante los trabajos de cualquier tipo de excavación, 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.

Durante la construcción de la carretera, la explanada deberá mantenerse en una condición tal, que asegure el buen drenaje de la misma en todo momento.

Durante todas las etapas de la construcción se fijarán rutas y se distribuirá la circulación del equipo de acarreo y nivelación, con cuadrilla de maquinaria equilibrada para optimizar los recursos y evitar equipo ocioso.

Durante todo el proceso constructivo se deberá acatar lo indicado en la Sección 105 Control de trabajo y 106 Control de material.

204.04. Conservación de tierra vegetal.

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 Administración. La tierra vegetal conservada será apilada en camellones de baja altura, a no menos de 3 m de la corona del corte de talud o del pie del terraplén, o en otros lugares aprobados por la Administración.

La tierra vegetal deberá separarse de todo otro material excavado que no corresponda; su colocación, características, aceptación y pago, se registrará por lo indicado en la Sección 624 Capa Vegetal.

204.05. Excavación de la vía.

Previo a toda excavación de la vía, se deberá limpiar y realizar el desmonte del área a intervenir de acuerdo con la Sección 201 Limpieza y desmonte y la 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos.

La excavación se debe ejecutar de acuerdo con las secciones transversales indicadas en los diseños y de acuerdo a cualquier otra instrucción de la Administración. El transporte y colocación de material de excavación se hará de acuerdo con lo indicado en el Cartel de Licitación, en las secciones 105 Control de trabajo, 106 Control de material y 206 Acarreo y sobreacarreo.

Las obras de excavación se deberán ejecutar de forma coordinada con los trabajos de drenaje temporal y permanente, asegurando su adecuado funcionamiento.

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. Estas acciones se realizarán y se reconocerán según el alcance y los renglones de pago establecidos en la Sección 157 Control de la erosión del suelo.

El material que se considera adecuado para uso en terraplenado, pedraplenado, acabado de la superficie de la vía u otros propósitos, se deberá apilar en sitios cercanos, previamente aprobados por la Administración, para su posterior colocación.

El material inadecuado o que constituya, por compensación de movimiento de tierra, se desechará y deberá ser depositado en los sitios previamente aprobados por la Administración. No deberán disponerse materiales sin la autorización de la Administración.

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 surcos y puntos bajos donde pueda retenerse agua.

La superficie final de los cortes en tierra serán escarificados hasta una profundidad de 150 mm debajo de la subrasante, para conformarla debidamente dentro de los límites de la corona de la vía (sección transversal de la vía) y luego compactar de acuerdo con la Subsección 204.12 Proceso de compactación.

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. Se rellenará hasta el nivel de la subrasante con el material aprobado por la Administración y se medirán los metros cúbicos menos el volumen por abultamiento del material de subrasante, o bien el porcentaje que establezca la Administración con base en las mediciones topográficas en sitio.

Para el volumen de abultamiento se podrá considerar la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Abul} = \left[\frac{VS_u - VS_i}{VS_i} \right] \times 100$$

Dónde:

% Abul= porcentaje de abultamiento

VS_u = volumen que ocupa el material suelto

VS_i = volumen que ocupa el material en sitio original

En aquellos casos donde se requiera explosivos, esta actividad se hará de acuerdo con la Sección 205 Voladura de rocas, de manera que su aceptación y pago se hará de conformidad con los renglones de pago indicados en dicha sección.

El material excavado en roca se clasificará utilizando métodos geofísicos, si así lo establece la Administración en las especificaciones especiales, de acuerdo con la designación de calidad de roca (RQD), resistencia a la compresión inconfiada de roca (RCS), la velocidad de onda compresional (VP) o el índice de excavabilidad (IE También podrán utilizarse martillos hidráulicos de gran tonelaje para determinar la capacidad de soporte y las características del material

204.06. 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. Cuando sea aplicable, se tomarán secciones transversales de acuerdo con la Sección 152 Topografía para la construcción. Se debe depositar el material de desecho, en los sitios indicados por la Administración y se sustituirá con el material de préstamo o de excavación, que cumpla las especificaciones indicadas en las subsecciones 704.13 Material para terraplén y 704.14 Material para pedraplén.

204.07. Excavación de material de préstamo.

Previo a toda excavación de material de préstamo, se deberá limpiar y realizar el desmonte del área a intervenir de acuerdo con la Sección 201 Limpieza y desmonte y la Sección 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos.

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 Administración, con su debida justificación técnica.

Toda excavación de material realizada fuera de la calzada diseñada, dentro o fuera de los límites del proyecto, que cumpla con los respectivos requerimientos técnicos para ser utilizado en terraplenes, pedraplenes, sustitución de subrasante (mejoramiento) u otras obras del proyecto, deberán ser considerados como material de préstamo. Para ello se debe atender además, lo indicado las Secciones 105 Control de trabajo, 106 Control de material y 206 Acarreo y sobreacarreo, así como la Subsección 111.03 Explotación de sitios de préstamos.

El material de préstamo deberá cumplir con las especificaciones indicadas en el Cartel de Licitación o en su defecto, cumplir con lo indicado en las Subsecciones 704.13 Material para terraplén, 704.14 Material para pedraplén, según sea la finalidad requerida.

El Contratista deberá contar con la fuente de materiales debidamente autorizada según la legislación vigente y de acuerdo con lo estipulado en la Subsección 106.02 Fuentes locales de materiales, así como desarrollar y restaurar los bancos de préstamo según lo estipulado en la Subsección 106.03 Manejo de la fuente de material. El Contratista no deberá excavar más allá de los límites establecidos en los permisos.

El Contratista no deberá usar excavación de préstamo si ello va a resultar en una excavación extra en la vía. Si el Contratista contraviene esta disposición, la excavación extra de préstamo que resulte, le será deducida de la cantidad total de excavación de préstamo.

El Contratista deberá notificar a la Administración, con suficiente anticipación, el material de préstamo que desea utilizar, con el objeto de que el material sea analizado y antes de ser utilizado, sea aprobado por la Administración, según lo establecido en la Tabla 204-2 Requisitos mínimos de muestreo y ensayo, para efectos de control y verificación de calidad.

A los sitios de préstamo se les deberá proveer un drenaje adecuado y si se requiere, taludes moderados para minimizar la posibilidad de derrumbes. En caso de que el material de préstamo se obtenga de ríos, este se deberá extraer de acuerdo con lo indicado en la Subsección 111.03 Explotación de sitios de préstamos.

204.08. Requerimientos generales para la construcción de terraplenes y pedraplenes.

Previo al inicio de la construcción de los terraplenes y pedraplenes, el Contratista deberá contar con los ensayos requeridos que demuestren el cumplimiento de todos los materiales a utilizar, ya sea

producto de excavación de la vía o de excavación de préstamo, además de la debida aprobación de éstos, por parte de la Administración.

Para la construcción de los terraplenes y pedraplenes, se deberá contar con diseños que incluyan las condiciones requeridas para la fundación, que igualmente deberán estar previamente aprobados por la Administración.

Cuando los terraplenes o pedraplenes se colocan a media ladera, se deberán construir terrazas en el suelo natural que permitan que el material a colocar se engrape adecuadamente. Las terrazas deben tener una altura máxima de 500 mm a lo alto del talud natural de acuerdo con la pendiente del mismo, o sea debe tener la misma longitud de tangente.

204.09. Preparación de la fundación.

Se deberá limpiar y realizar el desmonte del área a intervenir, ya sea suelo natural o un suelo consolidado de un camino existente, de acuerdo con la Sección 201 Limpieza y desmonte y la Sección 203 Eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos. El desmonte se hará hasta una profundidad con respecto al nivel natural del terreno, entre 200 a 600 mm. El descapote se realizará de acuerdo con el espesor que determinen los estudios de suelo y el Contrato o de conformidad con lo indicado por la Administración.

Luego, se debe preparar la superficie de la fundación del relleno (terraplén o pedraplén), en un espesor promedio de 150 mm, que deberá ser escarificada, nivelada y compactada hasta lograr una densidad del 95% de la densidad máxima del AASHTO T-99 o AASHTO T-180, según corresponda.

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, huecos, fosos y otras depresiones, se rellenarán mediante la colocación de capas de material de excavación en la vía o de préstamo, que cumpla según las especificaciones indicadas en las Subsecciones 704.13 Material para terraplén, 704.14 Material para pedraplén, y 704.15 Material de préstamo seleccionado para acabado, según sea o lo instruya la Administración. Estas capas deberán cumplir con las especificaciones de nivelación y compactación indicadas en el párrafo anterior.

Si la fundación para la construcción del relleno (terraplén o pedraplén) es sobre una ladera, se cortarán bancos o escalones (terrazas) en la pendiente existente con un ancho suficiente para acomodar el equipo y realizar los trabajos de colocación y compactación del material de relleno.

Si en el nivel de fundación se determina la posible afectación por afloramiento de aguas, sea de origen freático o escorrentía, se deberá construir un sistema de drenajes para evacuar las aguas. El Contratista presentará a la Administración para su aprobación, las medidas correctivas para resolver el problema.

En caso que se requiera estabilizar la capa superior de la subrasante a través de la incorporación de cal, cemento Portland, aditivos químicos, enzimas, entre otros, con la finalidad de que pueda ser utilizada como subrasante mejorada, esto se hará de conformidad con la Sección 213 Estabilización de subrasante, de manera que su aceptación y pago se hará de acuerdo con los renglones de pago que establece dicha sección.

En caso de requerirse el uso de geotextiles como elemento para drenaje, separación, refuerzo o control de la erosión, su colocación se hará de conformidad con la Sección 207 Geotextiles para movimiento de tierras, según sea, de manera que su aceptación y pago se hará de conformidad con los renglones de pago indicados en dicha sección.

204.10. Construcción del terraplén.

La construcción del terraplén se realizará de acuerdo con el diseño indicado en los planos aprobados por la Administración 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

Cuando los terraplenes se colocan a media ladera, se deberán construir terrazas que permitan que el material a colocar se engrape adecuadamente con el terreno natural. Además el diseño de estas terrazas deberá ser tal que las bermas tengan pendiente hacia el terreno natural (negativa), con subdrenajes que conduzcan las aguas hacia algún punto de desfogue del proyecto, propuesto por el Contratista y aprobado por la Administración.

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 Administración, mediante los ensayos de compactación y de acuerdo con la Tabla 704-2. Requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

Cuando se requiera colocar material fuera del prisma de la vía, se colocará el material de estos terraplenes en capas horizontales que no excedan 600 mm de espesor compactado. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 204.12 Proceso de compactación.

Los materiales compuestos predominantemente de “bolones” o fragmentos de roca demasiado grandes, para ser colocados en capas de 300 mm, pueden ser colocados en capas horizontales lo más paralelas posibles, de hasta 600 mm de espesor, con previa aprobación por parte de la Administración.

Será requisito para cada capa colocada, verificar el cumplimiento de la densidad requerida de acuerdo con el patrón de compactación aprobado según la Subsección 204.12 Proceso de compactación.

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. No obstante su pendiente longitudinal no podrá ser menor al 3%, esto con el fin de asegurar la salida rápida y eficiente del agua

recolectada. Si la contracuneta va revestida, esto se hará de acuerdo con la Sección 664 Revestimiento de canales, cunetas, y contracunetas, de manera que su aceptación y pago se hará de conformidad con los renglones de pago indicados en dicha sección.

Al final de las operaciones de cada día, se deberá conformar, sellar y compactar la superficie del terraplén para que drene y quede con una sección transversal uniforme. Se eliminará todo surco y puntos bajos que puedan retener agua.

204.11. Construcción del pedraplén.

La construcción del pedraplén se realizará de acuerdo con el diseño indicado en los planos aprobados por la Administración y con material que cumpla con las especificaciones establecidas en la Subsección 704.14 Material para pedraplén.

Se colocarán capas horizontales sucesivas no mayor a 300 mm de espesor compactado. El patrón de compactación se deberá establecer mediante un tramo de prueba que el Contratista realizará para cada tipo de material que utilice en el pedraplenado, de acuerdo con lo indicado en la Subsección 204.12 Proceso de compactación.

Los materiales compuestos predominantemente de “bolones” o fragmentos de roca demasiado grandes para ser colocados en capas de 300 mm, pueden ser colocados en capas de hasta 600 mm de espesor reduciéndolos a menos de 400 mm en su dimensión más grande, previa aprobación de la Administración.

Será requisito para cada capa colocada, verificar que el material rocoso se haya colocado de forma tal que se produzca una trabazón del material y que los vacíos se hayan llenado con rocas de menor tamaño y material más fino, de modo que se obtenga el nivel de densificación deseado y su compactación será de conformidad con la Subsección 204.12 Proceso de Compactación.

Al final de las operaciones de cada día, se deberá conformar y compactar la superficie del pedraplén para que drene y quede con una sección transversal uniforme. Se eliminará todo surco y puntos bajos que puedan retener agua.

204.12. 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 propias del proceso constructivo de las obras, de manera que permita ejecutar oportunamente las medidas correctivas correspondientes.

El proceso de compactación se hará según el tipo de material utilizado, pero al menos deberá atender lo siguiente:

- (a) 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, que el Contratista realizará para cada tipo de material que utilice. El tramo de prueba se ejecutará sólo con material que cumplan las especificaciones técnicas establecidas en las Subsecciones 704.13. Material para terraplén, 704.14 Material para pedraplén. El proceso para el desarrollo del tramo de prueba será determinado por la Administración, sin embargo se presenta a continuación las siguientes recomendaciones.

En el tramo de prueba se busca establecer el patrón de compactación para obtener no sólo la densidad adecuada de acuerdo con las especificaciones requeridas, sino también establecer un proceso de compactación eficiente y económica; de ahí que resulta necesario analizar los siguientes factores y la combinación óptima de los mismos, para lograrlo:

- Tipo de material.
- Espesor de la capa de material.
- Humedad del material.
- Equipo de compactación utilizado.
- Número y orden de aplicación de las pasadas del equipo de compactación.
- Velocidad de trabajo del equipo de compactación.

Se recomienda tener presente las siguientes consideraciones básicas:

- Para cada espesor hay una humedad óptima para determinada cantidad de pasadas.
- A mayor humedad, más efectiva es la compactación a mayor profundidad.
- A mayor espesor, más efectiva la producción.
- A mayor número de pasadas, menor será la productividad.

La producción de un compactador se define, básicamente como sigue:

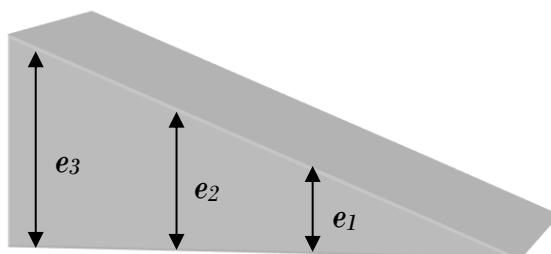
$$P_t = \frac{v * a * e}{n}$$

Dónde:

P_t = producción
 v = velocidad de compactador
 a = ancho del rodillo de compactación
 e = espesor de la capa de material
 n = número de pasadas

De ello, se debe tener presente que entre mayor sea la relación “e” entre “n”, mayor producción se obtiene con el compactador.

Para la construcción del tramo de prueba se aplicará el uso de la compactación sobre una cuña de material de al menos 100 metros de longitud, que contemple todos los espesores posibles, de manera que para cada pasada, se miden las densidades de cada punto de espesor.



Para determinar la mejor opción, se establecerá la densidad para cada punto de espesor “e”, a diferente número pasadas, hasta obtener la densidad requerida por el diseño, de manera que el valor que represente la mayor relación de “e” entre “n”, será la mejor opción.

Se recomienda tomar en consideración los aspectos de compactación indicados en los incisos siguientes (b) y (c). Además, se deberán realizar comprobaciones en laboratorio de los datos de densidad obtenidos en sitio, de acuerdo con los ensayos indicados en el Cartel de Licitación, o en su defecto lo indicado en esta sección y las instrucciones de la Administración.

Se realizará un informe del tramo de prueba que indique al menos lo siguiente:

- Nombre del proyecto y su ubicación general.
- Fuente de material (nombre y ubicación con coordenadas) y ensayos realizados para verificar el cumplimiento de las especificaciones requeridas, según sea.
- Punto de kilometraje (y sus coordenadas) donde se realiza el tramo y donde se ubica la fuente del material a utilizar en el tramo de prueba.
- Técnicos responsables por parte del Contratista.
- Personal responsable por parte de la Administración (para verificar el desarrollo adecuado del tramo), con registro de su respectiva firma.
- Espesores de la capa de material utilizado, considerando lo indicado para terraplén o pedraplén, según sea, de acuerdo con lo indicado en la Subsección 204.15 Control de compactación.
- Humedad del material para cada espesor.
- Densidad del material para cada espesor.
- Resistencia en sitio para la compactación mínima solicitada, para terraplén o pedraplén, según sea, de acuerdo con lo indicado en la Subsección 204.15 Control de compactación. Para la medición de la resistencia en sitio se recomienda utilizar el cono dinámico de penetración (DCP), según la norma ASTM D6951/D6951M-09, u otro método calibrado y aprobado por la Administración.

- Equipo de compactación utilizado (número de placa, capacidad, etc.).
- Velocidad de trabajo del equipo de compactación.
- Número y orden de aplicación de las pasadas del equipo de compactación.

Dicho informe deberá contar con la aprobación por parte de la Administración, antes de iniciar con la colocación del material. En dicho informe se deberá incluir una tabla resumen con la información descrita anteriormente, tal como se muestra a continuación:

Pasadas de equipo (vibrada-sin vibrar)	% Humedad en sitio (%W)	% Compactación (% Comp)	Resistencia del suelo en sitio (RS)
1			
2			
3			
...			
N	$\%W_N$	$\%Comp_N$	RS_N

Notas:

(a) En la pasada N se debe lograr el porcentaje de compactación mayor o igual al valor indicado en la Subsección 204.15 Control de compactación.

(b) $\%Comp_N$ = densidad en sitio/densidad máxima, se debe lograr un valor mayor o igual a la densidad requerida en la Subsección 204.15 Control de compactación.

(b) 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, a todo el ancho de la capa colocada y de acuerdo con el tramo de prueba, aprobado por la Administración.

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 por lo menos al 95% de la densidad máxima del AASHTO T-99 o AASHTO T-180, según corresponda o el porcentaje de compactación que solicite la Administración. 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 Requerimientos mínimos para muestreo y ensayo.

(c) Compactación de pedraplenes.

Cada capa de material será colocada de acuerdo con la Subsección 204.11 Construcción de pedraplén, a todo el ancho de la capa colocada y con el ajuste de humedad adecuado de

compactación, de acuerdo con el tramo de prueba aprobado por la Administración. Para ello, se podrá aplicar uno de los siguientes métodos para el procedimiento de compactación cuyo comportamiento debe verificarse en el sitio.

Cuatro pasadas de compactadora con rodillos de 45 toneladas, del tipo de compresión.

Cuatro pasadas de compactadora con rodillos vibratorios que proporcionen una fuerza dinámica mínima de 180 kilonewtons de impacto por vibración y una frecuencia mínima de 16 hertzios.

Ocho pasadas de compactadora con rodillos de 20 toneladas del tipo de compresión.

Ocho pasadas de un rodillo vibratorio que provea una fuerza dinámica mínima de 130 kilonewtons de impacto por vibración y una frecuencia mínima de 16 hertzios.

Asimismo, se debe considerar que el esfuerzo de compactación para cuando se coloquen capas de más de 300 mm de espesor, será proporcionado como sigue, a menos que las condiciones del material o la Administración requieran un proceso de compactación diferente:

Por cada 150 mm adicionales o fracción, se aumentará en cuatro el número de pasadas de aplanadora, en los casos (1) y (2) antes mencionados.

Por cada 150 mm adicionales o fracción, se aumentará en ocho el número de pasadas de aplanadora, en los casos (3) y (4) antes mencionados.

Se debe operar las compactadoras del tipo de compresión a velocidades menores a dos metros por segundos (2 m/s) y los rodillos vibratorios a velocidades menores de un metro por segundo (1 m/s).

204.13. Control de compactación.

El control de compactación se hará según corresponda el tipo de relleno, terraplén, pedraplén u otros.

(a) Para terraplén

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 u otros procedimientos de ensayo aprobados por la Administración.

Cuando se encuentren suelos residuales que no sean altamente arcillosos, que presentan en su condición natural una alta humedad cuya estructura del suelo varía conforme se va secando durante la construcción, la prueba de densidad en sitio no es precisa a no ser que se realice la familia de curvas con la humedad obtenida al momento de realizar los controles de compactación, por lo que para la aceptación de los rellenos con este tipo de suelos, se recomienda medir la resistencia del suelo con el ensayo de penetración con el cono dinámico de penetración (DCP), según la norma ASTM D 6951, o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración, que permita determinar la resistencia del relleno compactado con este suelo y verificar que en sitio cumpla con la resistencia de diseño más un 20% adicional o el porcentaje que establezca la Administración, ya que el suelo que se está evaluando no se encuentra en condición saturada. Lo anterior, con el fin de asegurar que el material cumpla con la resistencia adecuada bajo condición saturada. El valor de la resistencia será el definido por la Administración a través del diseño de la estructura del pavimento.

(b) Para pedraplén

El control y cumplimiento de la compactación, se hará por medio de comprobaciones topográficas midiendo el espesor de la capa luego de la primera pasada y el asiento producido con la última pasada que ha de ser inferior al 1% del espesor de la capa medido después de la primera pasada, si es mayor se debe continuar con la compactación hasta lograr el 1% o menos.

204.14. 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, por debilitamiento de las paredes de la zanja o por un drenaje defectuoso. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable y el material de relleno se compactará cuidadosamente.

Las zanjas se deben construir y mantener de tal forma que, evite daños por erosión en los terraplenes, pedraplenes u otras obras del proyecto, según sea. Se colocará todo el material excavado al lado bajo del talud de tal manera que el fondo de la zanja quede aproximadamente 500 mm debajo de la cresta del material suelto. Se limpiará la zanja usando una pala de mano, un zanjeador u otro método apropiado. Se conformará la zanja de manera que el flujo del agua no se desborde, con al menos 3% de pendiente horizontal.

Las obras de drenajes permanentes como canales, cunetas, contracunetas, estructuras de entrada y salida de alcantarillas, se construirán según la Sección 663 Construcción de canales, cunetas y

contracunetas, y Sección 209 Excavación y relleno para otras estructuras, de manera que su aceptación y pago se hará de conformidad con los renglones de pago indicados en dicha sección.

204.15. Construcción de taludes, conformación y acabado de superficies.

Antes de colocar la estructura del pavimento, se deberán completar los taludes, cunetas, zanjas, alcantarillas, empedrados y otras estructuras menores subterráneas.

(a) 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, para lo cual se deberán realizar las acciones necesarias de forma oportuna para no comprometer la estabilidad del talud final, esto de acuerdo con la Sección 157 Control de la erosión del suelo y la División 250 Refuerzo de taludes y muros de retención, según sea el caso, los diseños y lo indicado por la Administración 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. Se redondeará el material que recubre la roca sólida según lo establezca la Administración. Se eliminarán los salientes en todo talud de roca.

Si ocurre un deslizamiento o derrumbe en un talud de corte o terraplén, el Contratista presentará para aprobación de la Administración, una propuesta de solución para restaurar la condición original del talud en forma segura. En caso que se demuestre que el deslizamiento es imputable al Contratista, éste deberá asumir los costos asociados a su reparación o remoción, según sea.

Si el talud contiene afloramientos de roca no desgarrable, se deberá remover el material suelto encontrado en el área de transición. Exceptuando la remoción de rocas grandes que puedan caer, no será requerido eliminar los salientes en los taludes de roca que presente una geometría escalonada.

(b) Conformación de superficies.

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.

(c) 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.

204.16. Remoción de derrumbes.

Se deberá remover todo material proveniente de deslizamientos, desprendimientos y derrumbes. En caso que la Administración 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 Botaderos. 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 Administración. No se permite dejar cúmulos de materiales en espaldones, ni en el derecho de vía. Tampoco se permite acumular materiales en cuencas, vías o lugares en que se pueda atentar contra la libre disposición de aguas de lluvia, la estética o la ecología de la zona.

204.17. Aceptación.

En primera instancia en las fuentes de material y frentes de trabajo, se hará la verificación en sitio de lo indicado en las secciones 106 Control de material y 107 Aceptación del trabajo, así como la Tabla 204-1 Requisitos de aceptación. De igual forma y previamente, se verificará el cumplimiento de los requerimientos constructivos indicados en la presente sección.

Una vez terminada la explanación, ya sea sobre la subrasante de suelo natural o sobre los terraplenes y pedraplenes, para efectos de aceptación y antes de autorizar la colocación de las capas de Subbase o base, se deberá evaluar el cumplimiento de lo siguiente:

- (a) Densidad en sitio, de acuerdo con las subsecciones 204.10 Construcción de terraplén y 204.11 Construcción de pedraplén.
- (b) Resistencia del suelo, para lo cual se recomienda el ensayo con el cono dinámico de penetración (DCP), según la norma ASTM D6951/D6951M-09, o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración. Los puntos de medición deberán estar georreferenciados. La resistencia en sitio, deberá ser mayor o igual al valor obtenido en el tramo de prueba, para una densidad mayor o igual a la mínima exigida en los apartados 204.12

Proceso de compactación y 204.13 Control de compactación. En caso de no cumplir con lo anterior, de forma oportuna se deberán ejecutar las medidas correctivas.

- (c) La cota de terminación de la subrasante final una vez terminada (ya sea terreno natural, terraplén o pedraplén), en cualquier punto no puede variar en más del 20 mm respecto de lo proyectado en los diseños. Esta verificación se realizará con topografía para secciones transversales.
- (d) Además, para todas las superficies acabadas se debe verificar el cumplimiento de lo que establece la Subsección 204.15 Construcción de taludes, conformación y acabado de superficie, en su inciso c) Acabado.

Además de lo anterior, se debe considerar lo indicado en la Tabla 204-2 Requisitos mínimos de muestreo y ensayo, en donde se presentan como referencia, los requisitos de ensayos calidad y frecuencias mínimas de ejecución para el plan de control y verificación de calidad por parte del Contratista y la Administración, respectivamente.

Todo material deberá cumplir con las especificaciones técnicas para su aceptación, de lo contrario deberá ser rechazado y sustituido por otro que sí cumpla con lo indicado en la siguiente tabla:

.

Tabla 204-1

Requisitos de aceptación

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
CR.204.01 Descapote	Metro cúbico (m ³)	Remoción, y acarreo del material a los sitios de escombreras aprobadas por la Administración.	• Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en el apartado Requerimientos para la construcción. • Verificación de volumen en banco con medición topográfica.	No aplica

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
CR.204.02 Construcción de escombreras	Metro cúbico (m ³)	Colocación, extendido, humedecido o secado, compactación y acabado final de material.	• Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual. • Verificación de volumen en su posición final con medición topográfica.	No aplica

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
CR.204.03 Excavación en la vía.	Metro cúbico (m ³)	Excavación y acarreo del material a los sitios donde se construirán terraplenes, pedraplenes u otras obras del proyecto indicadas en el Contrato o solicitadas por la Administración.	• Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en las Subsecciones 204.05 Excavación en la vía. • Verificación de volumen en banco en su posición original con medición topográfica. • La Administración determinará si el material es utilizable o no.	No aplica.
CR.204.04 Excavación de material que se desecha.	Metro cúbico (m ³)	Excavación y acarreo del material a los sitios de escombreras aprobados por la Administración.	• Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual. • Verificación de volumen en banco en su posición original con medición topográfica. • La Administración determinará si el material es utilizable o no.	No aplica

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
CR.204.05 Excavación en roca	Metro cúbico (m ³)	Excavación y acarreo del material a los sitios donde se construirán terraplenes, pedraplenes, otras obras o sitios de escombrera del proyecto, aprobadas por la Administración.	• Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en el apartado 204.05 Excavación en la vía. • Verificación de volumen en banco en su posición original con medición topográfica	• Clasificar como roca con la combinación de designación de calidad de roca (RQD) y resistencia a la compresión inconfiada de roca (RCS), velocidad de onda compresional (VP) o índice de excavabilidad (IE). También podrán utilizarse martillos hidráulicos de gran tonelaje.
CR.204.06 Subexcavación	Metro cúbico (m ³)	Excavación por debajo del nivel de la subrasante y acarreo del material a los sitios de escombrera aprobados por la Administración. 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	• Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en la Subsección 204.06 Subexcavación • Verificación de volumen en banco en su posición original con medición topográfica	No aplica

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
CR.204.07 Excavación de material de préstamo, Caso 1	Metro cúbico (m ³)	Excavación, acarreo y colocación y compactación del material en los sitios donde se construirán terraplenes, pedraplenes u otras obras del proyecto indicados en el Contrato o por la Administración.	• Verificación del cumplimiento de la Sección 106 Control de material. • Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en la Subsección 204.07 Excavación de material de préstamo, 204.11 Construcción del terraplén, 204.12 Construcción del pedraplén, 204.13 Construcción de otros rellenos y 204.17 Construcción de taludes, conformación y acabado de superficies. • Verificación de volumen en su posición final (conformado, compactado y acabado) con medición topográfica por medio de secciones transversales.	• Verificación de acuerdo con la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada, para verificar el cumplimiento del material según se indica en las Subsecciones 704.13 Material para terraplén y 704.14 Material para pedraplén. • Aplicación de Tabla 204-2 Requisitos Mínimos de Muestreo y Ensayo.
CR.204.08 Excavación de material de préstamo, Caso 2	Metro cúbico (m ³)	Si esta actividad, es para material de préstamo Caso 2, el costo de la excavación se traslada al costo del material por parte del Contratista.		
CR.204.09 Excavación de préstamo para acabado, Caso 1	Metro cúbico (m ³)	Excavación, acarreo, colocación y compactación del material en los sitios donde se requiera acabado, indicado en el Contrato o por la Administración.	• Verificación del cumplimiento de la Sección 106 Control de material. • Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en el apartado 204.07 Excavación de material de préstamo, 204.11	• Verificación de acuerdo con la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada, para verificar el cumplimiento del material según se indica en las Subsecciones 704.16 Material de préstamo seleccionado para acabado. • Aplicación de Tabla 204-2

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
CR.204.10 Excavación de préstamo para acabado, Caso 2	Metro cúbico (m ³)	Si esta actividad, es para material de préstamo Caso 2, el costo de la excavación se traslada al costo del material por parte del Contratista.	Construcción del terraplén, 204.12 Construcción del pedraplén, 204.13 Construcción de otros rellenos y 204.17 Construcción de taludes, conformación y acabado de superficies. • Verificación de volumen en su posición final (conformado, compactado y acabado).	Requisitos Mínimos de Muestreo y Ensayo.
CR.204.11 Redondeo de taludes de corte	Metro lineal (ml)	Redondear la superficie o los extremos de los taludes.	• Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en la Subsección 204. 20 Medida. • Verificación de la longitud intervenida en metros lineales horizontales (ml).	No aplica
CR.204.12 Construcción de terraplenes	Metro cúbico (m ³)	Colocación, extendido, humedecido o seco, conformación, compactación y acabado final de material para terraplén.	• Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en la Subsección 204.11 Construcción de terraplenes y 204.17 Construcción de taludes, conformación y acabado de superficies. • Verificación de volumen en su	• Verificación de acuerdo con la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada, para verificar el cumplimiento del material según se indica en las Subsección 704.13 Material para terraplén. • Aplicación de Tabla 204-2 Requisitos Mínimos de Muestreo y Ensayo.

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
			posición final (conformado, compactado y acabado) con medición topográfica por medio de secciones transversales.	
CR.204.13 Construcción de pedraplén	Metro cúbico (m ³)	Colocación, extendido, humedecido o secado, conformación, compactación y acabado final de material para pedraplén.	• Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en la Subsección 204.12 Construcción del pedraplén y 204.17 Construcción de taludes, conformación y acabado de superficies. • Verificación de volumen en su posición final (conformado, compactado y acabado) con medición topográfica por medio de secciones transversales.	• Verificación de acuerdo con la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada, para verificar el cumplimiento del material según se indica en las Subsección 704.14 Material para pedraplén. • Aplicación de Tabla 204-2 Requisitos Mínimos de Muestreo y Ensayo.

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
CR.204.14 Excavación de zanjas temporales	Metro cúbico (m ³)	Excavación y acarreo de material excavado, así como su colocación en los sitios de escombrera aprobados por la Administración.	• Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en el apartado 204.16 Construcción de zanjas. • Verificación de volumen en su posición original con medición topográfica por medio de secciones transversales.	No aplica
CR.204.15 Remoción de derrumbes	Metro cúbico (m ³)	Remoción y acarreo de material de deslizamientos, desprendimientos y derrumbes, así como su colocación en los sitios de escombrera aprobados por la Administración.	• Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual, para evidenciar en sitio el cumplimiento de lo indicado en el apartado 204.18 Remoción de derrumbes. • Verificación de volumen suelto en banco con medición topográfica.	No aplica

204.18. Medición.

Se deben medir los ítems de la Sección 204.19 Pago, de acuerdo con la Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimiento de recepción, 152 Topografía para la Construcción y con lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración. Para las siguientes actividades no se aplica compensación adicional por acarreo libre y solo se reconoce sobreacarreo de acuerdo con lo indicado en la Sección 206 Acarreo y sobreacarreo.

- (1) Excavación en la vía: incluye excavación y acarreo en los terraplenes, pedraplenes, otras obras del proyecto, en los sitios de botaderos o bien donde indique la Administración. El material excavado se medirá en metros cúbicos (m^3), en su posición original con medición topográfica por medio de secciones transversales, como sigue:
 - (a) Se incluirán como excavaciones en la vía los siguientes volúmenes:
 - Excavación en el prisma de la vía definido por las secciones típicas del proyecto.
 - Excavación de material de préstamo.
 - Roca excavada y removida por debajo de la subrasante en tramos de corte.
 - Cuando no exista en el pliego de licitación el concepto de pago para subexcavación, se incluirá el material inadecuado extraído debajo de la subrasante y el material inadecuado debajo de las áreas de terraplén.
 - Rocas sueltas dispersas removidas y colocadas en la vía según se requiera.
 - Material conservado tomado de los montículos y usado en las obras, exceptuando la tierra vegetal.
 - Material colocado en la construcción de otros rellenos.
 - (b) No se incluirán como excavaciones en la vía los siguientes volúmenes:
 - Desmonte y otros materiales de desecho de los bancos de préstamo.
 - Sobreexcavación en los taludes de corte en excavación en roca.
 - Agua u otro material líquido.
 - Material usado en trabajos diferentes a los requeridos en el pliego de especificaciones del Proyecto.
 - Material de la capa superficial de la vía escarificado en su lugar y no removido.
 - Material excavado al escalonar los taludes de corte.
 - Material excavado al redondear los taludes de corte.
 - Preparación de la fundación para la construcción de terraplenes.
 - Material excavado para hacer banquetes y construir terraplenes.
 - Material conservado amontonado por opción del Contratista.
 - Material excavado fuera de los límites establecidos para el talud.
- (2) Construcción de terraplenes o pedraplenes: constituye extendido, humedecido o seco según sea, conformación, compactación y acabado de material en terraplén, pedraplén, zanjas temporales u otra obra del proyecto. La medida se hará en metros cúbicos (m^3) en

su posición final (conformado, compactado y acabado) con medición topográfica por medio de secciones transversales o en toneladas métricas (Tm), como sigue:

- (a) No se harán deducciones de la cantidad de construcción de terraplenes o pedraplenes por el volumen ocupado por estructuras menores.
 - (b) Se incluirán la medición de los siguientes volúmenes:
 - Terraplenes y pedraplenes de la vía.
 - Material usado para rellenar áreas subexcavadas, hoyos, fosos y otras depresiones.
 - Material usado para restaurar -a su relieve original- caminos o calles que estaban abandonados.
 - Material usado en diques, rampas, promontorios y bermas.
 - (c) No se incluirá la medición de los siguientes volúmenes:
 - Volúmenes de preparación de fundaciones para la construcción de terraplenes.
 - Ajustes por asentamiento del terraplén o de la fundación sobre la cual está colocado.
 - Material usado para redondear los taludes
- (3) Descapote: contempla remoción, acarreo de material de descapote, así como su colocación en los sitios de botaderos aprobados por la Administración. Se mide el volumen de material suelto en banco en metros cúbicos (m^3) y con topografía.
- (4) Excavación de material de préstamo Caso 1 y Caso 2, para acabado o para terraplenes, pedraplenes u otras obras del proyecto indicado así por el Contrato o la Administración: consiste en la excavación y acarreo de material de préstamo, así como su colocación, conformación, compactación y acabado final. Se mide el volumen de material, en su posición final (conformado, compactado y acabado) en metros cúbicos (m^3) con medición topográfica por medio de secciones transversales o en toneladas métricas (Tm). Esto último, independientemente de si el material de préstamo se extrae de cauces naturales de agua, de cortes de caminos o de áreas de préstamo cercanas al camino en construcción.
- (5) Excavación de material que se desecha: abarca la excavación y acarreo de material que se desecha, así como su colocación en los sitios de botaderos aprobados por la Administración. Se mide el volumen de material suelto en banco en metros cúbicos (m^3) y con topografía.
- (6) Excavación de zanjas: consiste en la excavación y acarreo de material, así como su colocación en los sitios de botaderos aprobados por la Administración. Se mide el volumen de material en su posición original en metros cúbicos (m^3) y con medición topográfica por medio de secciones transversales.

- (7) Redondeo de taludes: contempla la colocación o remoción de material para redondear y acabar la superficie de los taludes. Se mide en metros lineales horizontales (m).
- (8) Remoción de derrumbes: incluye remoción y acarreo de material de deslizamientos, desprendimientos y derrumbes, así como su acarreo y colocación en los sitios de botadero o donde indique la Administración. No se incluye el material de deslizamientos o derrumbes atribuibles al método de operación del Contratista. Se mide el volumen de material suelto en banco en metros cúbicos (m³) y con topografía.
- (9) Subexcavación: contempla la excavación por debajo del nivel de la subrasante natural y el acarreo del material, así como su colocación en los sitios de botaderos aprobados por la Administración. Se mide el volumen de material en su posición original en metros cúbicos (m³) y con medición topográfica por medio de secciones transversales.
- (10) Tierra vegetal conservada: considera su remoción y acarreo, así como su colocación, conservación y almacenamiento en los sitios indicados por el Contrato o la Administración. Se mide el volumen de material suelto en banco en metros cúbicos (m³) y con topografía.

204.19. Pago.

Las cantidades serán aprobadas por la Administración de acuerdo con lo anteriormente indicado en esta sección y en la Tabla 204-1 Requisitos de aceptación. El pago de las cantidades se hará de conformidad con los renglones de pago, el precio y las unidades de medida establecidos en el Contrato o de acuerdo con lo indicado a continuación.

Renglón	Unidad de medida
CR.204.01 Descapote	Metro cúbico (m ³)
CR.204.02 Construcción de Escombrera	Metro cúbico (m ³)
CR.204.03 Excavación en la vía	Metro cúbico (m ³)
CR.204.04 Excavación del material que se desecha	Metro cúbico (m ³)
CR.204.05 Excavación en roca	Metro cúbico (m ³)
CR.204.06 Subexcavación	Metro cúbico (m ³)
CR.204.07 Excavación de material de préstamo. Caso 1	Metro cúbico (m ³)
CR.204.08 Excavación de material de préstamo. Caso 2	Metro cúbico (m ³)
CR.204.09 Excavación de préstamo para acabados. Caso 1	Metro cúbico (m ³)
CR.204.10 Excavación de préstamo para acabados. Caso 2	Metro cúbico (m ³)
CR.204.11 Redondeo de taludes de corte	Metro lineal (ml)
CR.204.12 Construcción de terraplenes	Metro cúbico (m ³)
CR.204.13 Construcción de pedraplén	Metro cúbico (m ³)
CR.204.14 Excavación de zanjas temporales	Metro cúbico (m ³)
CR.204.15 Remoción de derrumbes	Metro cúbico (m ³)

204.20. Requerimientos mínimos para muestreo y ensayo.

En la Tabla 204-2 Requisitos Mínimos de Muestreo y Ensayos, se representa un ejemplo de requisitos mínimos para la aceptación por verificación de calidad para el material de excavación, terraplenes y pedraplenes, sin embargo el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto, no obstante queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista, debe contar con el aval de la Administración de cada proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá el tipo de ensayos y las frecuencias de la Tabla 204-2, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección Visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valores de trabajo), según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación por parte del 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), de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 204-2

Requisitos Mínimos de Muestreo y Ensayos

Renglón de pago asociado	Tipo de aceptación	Características a revisar	Métodos de Ensayo Especificaciones	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Reporte (1)
CR-.204.06 y CR.204.07 Excavación de material de préstamo Caso1 <						

Renglón de pago asociado	Tipo de aceptación	Características a revisar	Métodos de Ensayo Especificaciones	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Reporte (1)
		Humedad	AASHTO T-180		trabajo.	
		Prueba de CBR	AASHTO T-193 CBR con el método de Proctor que corresponda			
	Subsección 107.04 Conformidad determinada por ensayos Subsección 204.15 Control de compactación	Proceso de constructivo				
		Compactación	AASHTO T-310 (ASTM D-6938) u otro procedimiento aprobado por la Administración	1 muestra cada 200 m en cada carril	En sitio, durante la construcción ya sea por una o varias capas y cuando sea entregado como listo por el Contratista	24 horas después de terminado el trabajo, antes de colocar la siguiente capa de la estructura del pavimento
CR.204.15 Construcción de terraplén	Subsección 107.04 Conformidad determinada por ensayos	Material				
		Clasificación	AASHTO M-145	1 por tipo de suelo y fuente de material	-Fuente de material. -Procesamiento de materiales antes de incorporarlo al trabajo.	Antes de iniciar el trabajo de acarreo y colocación
		Clasificación	SUCS o AASHTO			
		Graduación	AASHTO T-27			
		Límite líquido	AASHTO T-11			
		Índice plástico	AASHTO T-89			
		Densidad	AASHTO T-90			
	Humedad	AASHTO T-99				
Prueba de CBR	AASHTO T-180					
	Prueba de CBR	AASHTO T-193 CBR con el método de Proctor que corresponda				
	Subsección 107.04	Proceso constructivo				

Renglón de pago asociado	Tipo de aceptación	Características a revisar	Métodos de Ensayo Especificaciones	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Reporte (1)
	Conformidad determinada por ensayos Subsección 204.15 Control de compactación	Compactación (densidad en sitio)	AASHTO T-310 (ASTM D-6938) u otro procedimiento aprobado por la Administración	1 muestra cada 200 m en cada carril	En sitio, durante la construcción por capas y cuando sea entregado como listo por el Contratista	24 horas después de terminado el trabajo, antes de colocar la siguiente capa de la estructura del pavimento
		Resistencia en sitio (2)	ASTM D6951 D6951M-09 o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración	1 punto de medición cada 100 m en cada carril		
		Control de cotas en relación con el diseño	Levantamiento topográfico	Sección transversal a cada 20 m		
CR.204.16 Construcción de pedraplenes	Subsección 107.04 Conformidad determinada por ensayos	Material				
		Gravedad específica aparente y Absorción	AASHTO T-85	1 por tipo de suelo y fuente de material	-Fuente de material. -Procesamiento de materiales antes de incorporarlo al trabajo.	Antes de iniciar el trabajo de acarreo y colocación
		Índice de durabilidad (agregado grueso)	AASHTO T-210			
		Pérdida por abrasión Los Ángeles	AASHTO T-96			
	Subsección 107.04	Proceso constructivo				

Renglón de pago asociado	Tipo de aceptación	Características a revisar	Métodos de Ensayo Especificaciones	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Reporte (1)
	Conformidad determinada por ensayos Subsección 204.15 Control de compactación	Compactación (densidad en sitio)	Comprobaciones topográficas del espesor de la capa luego de la primera pasada y el asiento producido con la última pasada que ha de ser inferior al 1% del espesor de la capa medido después de la primera pasada, si es mayor se debe continuar con la compactación hasta lograr el 1% o menos.	1 muestra cada 200 m en cada carril	En sitio, durante la construcción por capas y cuando sea entregado como listo por el Contratista	24 horas después de terminado el trabajo, antes de colocar la siguiente capa de la estructura del pavimento
		Resistencia en sitio (2)	ASTM D6951 D6951M-09 o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración	1 punto de medición cada 100 m en cada carril		
		Control de cotas en relación con el diseño	Levantamiento topográfico	Sección transversal a cada 20 m		

(1) El tiempo de reporte indicado aplica siempre y cuando las condiciones climáticas no generen cambios con respecto a la aprobación de la condición original del material granular, de lo contrario se deberá llevar un control estricto de la humedad del material y realizar los ajustes en el patrón de compactación aprobado inicialmente.

(2) La resistencia en sitio, para lo cual se recomienda el cono dinámico de penetración u otro método calibrado y aprobado por la Administración, deberá ser mayor o igual al valor obtenido en el tramo de prueba, para una densidad mayor o igual al 95% de la densidad máxima.

Sección 209.) EXCAVACION Y RELLENO PARA OTRAS ESTRUCTURAS

209.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la excavación de material para la construcción de todos los tipos de estructuras, excepto los indicados en la Sección 208. El trabajo incluye la preservación de canales, la construcción de arriostramientos y apuntalamientos, el sellado de fundaciones, la evacuación de aguas, la excavación, la preparación de fundaciones y la conformación de superficie para la fundación y el relleno.

209.02 Materiales.

De conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Material de relleno	704.03
Material de base	704.02
Estructuras menores de concreto	601
Relleno de fundación	704.01
Sello de concreto	552
Préstamo no clasificado	704.06

Requerimientos para la construcción

209.03 Preparación para excavación de superficie.

Se eliminará la vegetación en el área de trabajo, así como las obstrucciones, de acuerdo con las Secciones 201 y 203.

209.04 General.

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

209.05 Preservación de canales.

Se preservarán los canales de acuerdo con la Subsección 208.05, exceptuando el apartado 208.05 (a).

209.06 Sello de fundación.

Cuando sea necesario, se construirá un sello de fundación de acuerdo con la Subsección 208.07.

209.07 Remoción de aguas.

Cuando sea necesaria la remoción de aguas, se procederá de acuerdo con la Subsección 208.08.

209.08 Preparación de la fundación.

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

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

209.09 Construcción de camas o lechos de fundación.

Se construirán los lechos de la manera descrita a continuación:

- a) Estructuras que no son alcantarillas. Se construirán los lechos cuando sean requeridos por el Contrato. Se colocarán y conformarán los lechos de material en capas que, cuando son compactadas, no excedan un espesor de 150 mm. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 209.11. Cuando no se especifique la clase de material para los lechos se aplicará el material para lechos clase B.
- b) Alcantarillas. Las alcantarillas serán colocadas sobre fundaciones preparadas. Se usará una de las siguientes clases. Cuando no se especifique la clase en los términos del Contrato, se considerará el tipo C.
 - 1) Clase A. Se colocará un lecho de material clase A. Se tenderán los subdrenajes mientras el concreto hidráulico es aún plástico. No se hará el relleno hasta que el concreto alcance la cura inicial.
 - 2) Clase B. Se colocará una capa de 150 mm de espesor de material clase B. Se colocará y conformará cualquier material de lecho para cubrir al menos un 10 % de la altura de la alcantarilla. Se colocarán las alcantarillas en el lecho. Se extenderá el material de fundación hacia los lados de la alcantarilla, para cubrir un 30 % de su altura.
 - 3) Clase C. Se colocará una capa de material clase C en un espesor igual, al menos, al 10 % de la altura de la alcantarilla. Se colocará y conformará material de relleno adicional para completar al menos el 10 % de la altura de la alcantarilla.

209.10 Relleno.

Se colocará el relleno como se describe a continuación:

- a) General. Se colocará un relleno en capas horizontales, de manera que el espesor compactado de cada uno no exceda una profundidad de 150 mm. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 209.11.

Se aplicará el material de relleno de una forma uniforme, con desplazamiento hacia los límites del área de excavación.

No se colocarán rellenos contra concreto hidráulico de menos de 7 días de colado, o hasta que se alcance un 90 % de la resistencia de diseño.

- b) Alcantarillas. Cuando se instalen tuberías plásticas, se usarán materiales de relleno de conformidad con AASHTO M 145, grupos de clasificación A-1, A-2 y A-3, a aplicar según criterio del Contratante.

Se colocará y compactará el material de relleno por debajo de las partes expuestas de la alcantarilla. Se extenderá cada capa hacia los lados de la excavación, la superficie de rasante del terreno, o una distancia equivalente a 3 veces la longitud de la tubería, lo que sea menor. Se repetirá el proceso de colocación y compactación hasta un mínimo de 300 mm sobre la superficie de la tubería.

Se completará el relleno de las trincheras con las prácticas adecuadas de excavación y relleno. Se colocará el material en capas que, cuando estén compactadas, no excedan un espesor de 150 mm. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 209.11.

Para casos de instalación múltiple, se colocará y compactará cada capa de material de relleno a ambos lados de cada tubería.

- c) Alcantarillas de arco con cabezales. Se construirá un relleno de acuerdo con alguno de los siguientes criterios:

- (1) Se colocará y compactará el primer relleno con material entre los extremos del arco. Se colocará y compactará el relleno en capas sobre ambos extremos del arco, para determinar una rampa estrecha. Se construirá la rampa nivelada en ambos lados, hasta llegar al nivel superior del arco. Se colocará el resto del material de relleno desde la superficie de la rampa, trabajando hacia los extremos. Se compactará el material de relleno de manera uniforme, en capas a ambos lados del arco.

- (2) Después de colocados los cabezales, alrededor de las estructuras, el material granular de relleno debe ser permeable y colocado en capas horizontales que no excedan 150 mm de espesor, hasta alcanzar el nivel original del terreno. Cada capa debe humedecerse o secarse, según sea necesario, y compactarse con equipo apropiado. Se colocará y compactará el material de relleno simultáneamente y a la misma altura en ambos lados del arco hasta alcanzar la parte superior de éste. Se colocará y compactará el resto del relleno alrededor y sobre el arco, hasta el otro cabezal.

- d) Bacheo de áreas de pavimentos existentes. Se colocará un relleno de 375 milímetros de espesor, con un espesor de 300 mm de piedra quebrada de acuerdo con la Sección 301 y un espesor de 75 milímetros de concreto asfáltico, de acuerdo con las Secciones 401, 402 ó 410.

209.11 Compactación.

El contenido de humedad y la densidad máxima serán determinados de acuerdo con la norma AASHTO T 99, método C. Se ajustará el contenido de humedad del material de relleno a un valor adecuado para la compactación.

El material de relleno será colocado en capas y a una compactación de 95% de la densidad máxima. La densidad y el contenido de humedad en el sitio, serán determinados de acuerdo con AASHTO T 238 y AASHTO T239 u otros procedimientos aprobados.

209.12 Aceptación.

Los materiales de relleno, del lecho y del relleno de fundación serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04, excepto el concreto para sellado o relleno, será evaluado de acuerdo con la Sección 601. Ver la Tabla 209-1 para requerimientos mínimos de muestreo y ensayo

El apuntalamiento, el arriostramiento y tablestacado serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La limpieza y el desmonte se evaluarán de acuerdo con las Secciones 201 y 203.

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

209.13 Medida y Pago.

Ver la Subsección 110.05.

No se tomará medida para pago respecto a la excavación y relleno para estructuras. Se medirá el concreto clase A colocado en el lecho de acuerdo con la Sección 601. Se medirá el relleno para fundación de acuerdo con la Sección 208.

Se medirá el concreto para sello de acuerdo con la Sección 552.

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.209.01	Excavación estructural	Metro cúbico	(m ³)
CR.209.02	Excavación en canales	Metro cúbico	(m ³)
CR.209.03	Relleno para fundación	Metro cúbico	(m ³)
CR.209.04	Relleno para estructuras	Metro cúbico	(m ³)
CR.209.05	Arriostramiento y Apuntalamiento	Definido por la Administración	

CR.209.06 Diques provisorios

Definido por la Administración

Sección 251.) ESCOLLERAS (RIPRAP)

251.01 Descripción.

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

Los tipos de escolleras se denominan tal como se muestra en la Tabla 705-1.

251.02 Material.

Conforme a las Subsecciones siguientes:

Geotextil Tipo IV	714.01
Mortero	712.02 (e)
Roca para escolleras	705.02

Requerimientos para la construcción

251.03 General.

El trabajo debe realizarse de acuerdo con la Sección 209. El talud debe recubrirse de manera que se produzca una superficie lisa. Si el trabajo incluye un geosintético, el Contratista debe colocarlo de conformidad con la Sección 207.

251.04 Enrocado Colocado.

El enrocado a utilizar consistirá en roca colocada sobre una superficie previamente preparada de manera que forme una masa bien graduada.

El enrocado debe colocarse con su espesor total en una sola operación, para evitar el desplazamiento del material subyacente. No debe colocarse el material del enrocado por métodos que causen segregación o dañen la superficie preparada. Las rocas individuales deben colocarse, o reordenarse, por medio de métodos mecánicos o manuales a fin de obtener una cubierta densa y uniforme, con una superficie razonablemente lisa.

251.05 Enrocado entrabado.

Las escolleras entrabadas están constituidas por trozos de roca colocadas sobre una superficie preparada los cuales se colocan en su lugar mediante la presión de impactos. Los trozos de roca para el enrocado entrabado deben colocarse de conformidad con la Subsección 251.04. Las escolleras deben colocarse en su lugar mediante la presión de impactos, golpeando con una herramienta pesada como un cubo hidráulico o con una masa de cara plana de aproximadamente 2000 kg. Los golpes deberán ser aplicados de hasta que la roca esté entrabada firmemente en su lugar y forme una superficie uniforme, sin que se reduzca su tamaño efectivo. La presión de impactos no debe usarse en escolleras bajo la superficie del agua.

251.06 Enrocado con mortero.

El enrocado con mortero es roca colocada o entrabada sobre una superficie preparada, con los vacíos llenos con mortero de cemento hidráulico.

Las rocas para las escolleras con mortero deben colocarse de conformidad con la sección 251.04. Antes de colocar el mortero, las rocas deben humedecerse exhaustivamente, lavando el exceso de finos existentes en la parte inferior del enrocado. El mortero debe colocarse únicamente cuando la temperatura sea superior a 1° C en los vacíos cercanos a la superficie del enrocado. Se debe colocar el mortero de manera que se prevenga su segregación. Se debe colocar el mortero de manera que se prevenga su segregación. Se deben llenar todos los vacíos sin mover o desplazar a las rocas. No se debe exceder un espesor de 1,5 m en cada capa de enrocado con mortero. Deben transcurrir 3 días de curado antes de agregar la siguiente capa de enrocado y mortero. Se deben dejar agujeros a través del enrocado para permitir el drenaje de agua ("lloraderas"), según se requiera. Posteriormente el enrocado con mortero debe mantenerse humedecido durante 3 días después de que el trabajo haya sido terminado y protegerlo de las temperaturas bajas extremas durante al menos 7 días después de la colocación.

251.07 Aceptación.

La roca para las escolleras será evaluada de conformidad con la Subsección 107.02.

La colocación de la roca para las escolleras será evaluada según las Subsecciones 107.02 y 107.04.

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

Los geosintéticos serán evaluados bajo la Sección 207.

El material para el mortero será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03. El mortero será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04. La colocación del mortero será evaluada bajo la Subsección 107.02.

La Tabla 251-1 muestra los requerimientos mínimos de muestreo y ensayos.

251.08 Medida.

El enrocado se mide por metro cúbico colocado en sitio y en condición terminada.

251.09 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas en la manera prevista en la Subsección 251.08, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medición para los renglones de pago enumerados abajo, cuando estén mostrados en la oferta.

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.251.01	Enrocado colocado clase _ “tipo de concreto_”	Metro cúbico	(m3)
CR.251.02	Enrocado colocado clase _ “tipo de concreto_”	Tonelada métrica	(T)

Tabla 251-1
Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (Subsección)	Propiedad o Característica	Método de especificación de ensayo	Frecuencia de Muestreo	Punto de muestreo	Muestra dividida	Tiempo de reporte
Enrocado (405.02)	Medida y probada para conformidad (107.04)	Gravedad específica aparente y absorción	AASHTO T 85	1 muestra por instalación (1)	Fuente de material	Si	Antes de usar en trabajo
		Índice de durabilidad gruesa	AASHTO T 210				
		Resistencia a sulfatos de sodio	AASHTO T 104				
		Abrasión de LA	AASHTO T 96				
Mortero	Medida y probada para conformidad (107.04)	Confección de especímenes de ensayo Resistencia a compresión (2)	AASHTO T 23 & T 22	1 muestra por diseño de mezcla (1)	---	Sí, cuando se requiera	Antes de usar en trabajo

(1) La muestra consiste de 2 testigos de ensayo.

(2) La resistencia a la compresión será el promedio de 2 testigos de ensayo

Sección 255.) MUROS CON SUELO REFORZADO

255.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción de muros de tierra estabilizada por medios mecánicos (suelo reforzado).

255.02 Materiales.

Se debe dar conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Capa niveladora de concreto hidráulico	601
Geotextil tipo IV	714.01
Tierra estabilizada por medios mecánicos	720.01
Relleno con material granular selecto	704.10
Relleno estructural	704.04

Requerimientos para la construcción

255.03 General.

Se deberá hacer el levantamiento topográfico del sitio de las obras de acuerdo con la Sección 152 y se verificarán los linderos del muro a construir. Se prepararán y remitirán los planos de construcción de acuerdo con la Subsección 104.03. Se desarrollarán los trabajos de acuerdo con la Sección 209. Se construirá una fundación con un ancho de 0,50 m en exceso respecto a la longitud de los elementos de refuerzo. Cuando el muro sea soportado por una cimentación en roca, se deberá colocar un espesor de 150 mm de relleno con material granular selecto de previo a la colocación de la malla de refuerzo.

En los muros revestidos con concreto hidráulico, se deberá proveer una capa niveladora de concreto hidráulico reforzado o no reforzado colado en sitio, sobre las caras de la plataforma a recubrir, de acuerdo con el criterio del Contratante. Las capas niveladoras de concreto hidráulico coladas en sitio deberán ser curadas por un período de al menos 12 horas de previo a la colocación de los paneles de muro.

255.04 Construcción de muros.

Los muros se deberán construir de acuerdo con los planos constructivos y las recomendaciones técnicas del fabricante previamente aprobadas por el Contratante.

Cuando el Contratante lo disponga en el contrato, se requerirá la supervisión permanente de un profesional con una amplia experiencia en la construcción de muros de sistemas patentados.

- a) Muros con paredes de concreto hidráulico. Se deberán ensamblar los paneles de muro (losas de concreto prefabricadas) con aparatos elevadores (grúas) conectados al borde superior del panel o a través de los medios aprobados por el Contratante. Los paneles de muro serán alineados en el sentido vertical y horizontal con una precisión de 19 mm y por medio de un cordal recto de 3m.

Los anchos de junta serán de 19 ± 6 milímetros. Las juntas serán preparadas e instaladas de acuerdo con los planos constructivos. Las juntas en los reversos de los paneles de pared deberán ser cubiertas con bandas de geotextil de 300 mm de ancho; las bandas adyacentes de geotextiles serán traslapadas en un ancho mínimo de 100 mm.

Los paneles serán mantenidos en su posición, durante las operaciones de relleno y nivelación, mediante cuñas o riostras temporales autorizadas por el Contratante. Se construirán los muros de manera que la tolerancia vertical (de la superficie a la base) no exceda la relación de 13 mm por cada 3 m de altura.

- b) Muros con paredes alambradas. Se colocarán capas de soporte y mallas de alambre de 6mm en izadas horizontales sucesivas, conforme avanzan los trabajos de relleno. Se conectarán, tensarán y anclarán elementos de refuerzo en las caras del muro, antes del relleno. No deberán excederse las tolerancias verticales para la izada de incrementos individuales que defina el Contratante y deberá respetarse una tolerancia vertical total (de la altura máxima a la base) de menos de 25 mm por cada 3 m de altura. No se deben colocar elementos de refuerzo bajo la elevación de las conexiones correspondientes. No podrá haber desviaciones de la inclinación del muro de más de 25 mm en 3 m de altura. No podrá haber desviaciones en ningún punto sobre el muro de más de 50 mm respecto a un cordal recto de 3m colocado de forma horizontal sobre el plano teórico de diseño para las caras de las paredes.
- c) Muros con paredes de gaviones. Se colocará una capa de relleno antes de la colocación de la primera hilera de gaviones. Los gaviones serán contruidos de conformidad con la Sección 253. Se colocarán las mallas de refuerzo de manera horizontal sobre las capas de relleno compactado, y de manera perpendicular a las caras de las paredes del muro. Se conectarán los gaviones adyacentes a las mallas de refuerzo con amarres de acero, o por el medio definido por el Contratante, en espaciamiento nominal de 100 mm, alternando amarres simples y dobles. Se tensará y anclará la malla de refuerzo antes de la colocación de relleno adicional.

255.05 Relleno.

El volumen estabilizado deberá ser ocupado por un relleno de material granular selecto, de acuerdo con la Subsección 209.10. Deberá asegurarse que no existan cavidades por debajo de las mallas de refuerzo. Cada capa deberá ser compactada de conformidad con la Subsección 209.11, excepto en lo referente al equipo requerido, el cual deberá ser aceptado de previo por el Contratante; debiendo, en todo caso, disponerse de un compactador liviano mecánico o vibratorio, el cual será operado hasta una distancia de 1 m de la cara del muro. En zonas donde el volumen estabilizado soporte elementos estructurales, deberá compactarse el espesor superior, hasta 1,5 m, al 100 % de la densidad máxima correspondiente.

No deberán aplicarse operaciones constructivas que puedan dañar o alterar los elementos de paredes o mallas de refuerzo. No deberá operarse ningún equipo directamente sobre la superficie de las mallas de refuerzo. Se deberán corregir todos los elementos del muro que sufran algún daño, distorsión o que presentan un alineamiento incorrecto.

Se deberá rellenar y compactar la superficie del volumen estabilizado con relleno estructural, de acuerdo con la Subsección 209.10. Al final de cada día de labores, el material adyacente a las paredes del muro correspondiente a la última capa de relleno colocada deberá dejarse con una inclinación hacia afuera, a fin de que el agua superficial se aleje del muro en dirección opuesta a las paredes, con el propósito de protegerlas de la contaminación con material del relleno.

No deberá permitirse, bajo ninguna circunstancia, la contaminación del área de construcción de las paredes del muro con material de relleno por escorrentía superficial.

255.06 Aceptación.

El material para muros de tierra armada listado en la Subsección 720.01 será evaluado de conformidad con las Subsecciones 107.02 y 107.03. Deberá suministrarse un certificado de producción con cada embarque de paneles para paredes de concreto hidráulico.

La construcción de muros de tierra armada y los trabajos conexos serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Las evaluaciones del sitio de las obras serán de conformidad con la Sección 152.

La tela geotextil será evaluada de acuerdo con la Sección 207.

La excavación, relleno con material granular selecto y el relleno estructural serán evaluados según la Sección 209. Véase la Tabla 209-1 para requerimientos mínimos de muestreo y ensayo.

Los gaviones serán evaluados de acuerdo con la Sección 253.

La capa niveladora de concreto hidráulico será evaluada según la Sección 601.

255.07 Medida.

Se medirán los muros de tierra armada por metro cuadrado en la pared frontal.

Se medirá el material de relleno granular selecto en el volumen estabilizado por metro cúbico colocado y compactado.

Se medirá la capa niveladora de concreto hidráulico por metro cúbico.

Se medirá el relleno de fundación de acuerdo con la Sección 208.

255.08 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 255.07, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.255.01	Muro de tierra armada	Metro cuadrado	(m2)
CR.255.02	Relleno con material granular selecto	Metro cúbico	(m3)
CR.255.03	Capa niveladora de concreto hidráulico	Metro cúbico	(m3)

Tabla 255-2
Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación (subsección)	Caract.	Métodos y Especific. de ensayo	Frecuencia de Muestreo	Punto de Muestreo	Muestra dividida	Tiempo de reporte
Relleno (704)	Medidas y de pruebas de conformidad (107.04)	Clasificación	AASHTO M 145	1 por tipo de suelo	Fuente de material	Sí	Antes de usar en trabajo
		Gradación	AASHTO T 27 & T 11				
		Humedad y densidad	AASHTO T 180 MÉTODO D (1) o T 99, método C (1)				
		Compactación	AASHTO T 310 u otros proced. aprobados	2 por izada	In situ	---	Antes de colocar la siguiente capa

(1) Mínimo de 5 puntos por Ensayo Proctor

Sección 260.) PERNOS PARA USO COMO ANCLAJES MECÁNICOS EN ROCA

260.01 Generalidades

Los pernos para roca, mecánicamente anclados o embebidos en lechada de cemento, son usados extensamente como anclajes en muros de contención en suelo rocoso y en el soporte de excavaciones subterráneas (túneles).

260.01 Descripción.

Este trabajo consiste en suministrar e instalar pernos para roca, tensionados.

260.02 Materiales.

Deben estar conformes con las siguientes Subsecciones:

Lechada	722.02 (e)
Anclajes	722

Requerimientos de Construcción

260.03 Presentación de Información.

Al menos 14 días antes de la instalación de los pernos para roca, el contratista deberá enviar la siguiente información:

- a) Evidencia de que el capataz tiene como mínimo 1500 horas y el operador de la perforadora un mínimo de 1000 horas en trabajos similares satisfactorios en la instalación de pernos para roca post-tensionados.
- b) Secuencia de construcción y programa de trabajo.
- c) Método de perforación y tipo de equipo a emplear.
- d) Pernos para roca propuestos, conectores, placas de apoyo, unidad de anclaje, arandela plana y especificaciones de los materiales, incluyendo hojas de datos de los fabricantes y especificaciones para cualquier artículo adicional de ferretería.
- e) Si se usan cartuchos de resina de poliéster adhesiva, se debe incluir la respectiva ficha técnica de los fabricantes y procedimientos de colocación.
- f) Diseño de la mezcla propuesto para la lechada.
- g) Datos de calibración para cada una de las llaves de torque a ser usadas. El contratista debe presentar resultados de los ensayos de calibración

llevados a cabo por un laboratorio de ensayo independiente en los últimos 60 días.

- h) Se establecen 7 días para aceptación o rechazo. No debe empezarse el trabajo hasta que los documentos presentados hayan sido aprobados.

260.04 Pernos para roca.

El diámetro del perno debe ser el requerido para que la carga de diseño no exceda el 60 % del esfuerzo mínimo garantizado a la tensión.

Solamente se pueden acoplar secciones de pernos que van a quedar embebidas en lechada, y cuando se excedan los largos comercialmente disponibles.

Proporcionar una unión central para conectar las secciones a empalmar, de manera que cada una de ellas tenga igual longitud. Deben utilizarse secciones de perno de igual resistencia última, garantizada por el fabricante. No realice acoples que de alguna manera interfieran con el flujo de la lechada.

260.05 Manejo y almacenaje.

Proteja los pernos de la suciedad, lodo, agua y otras sustancias dañinas, para evitar daño y corrosión. No use pernos para roca que estén muy corroídos, picados, dañados consecuencia de soldadura o que muestren signos de abrasión, cortes o muescas.

260.06 Instalación.

Perfore agujeros en la roca en los sitios y orientaciones mostrados en los planos, o según sea ordenado por el Ingeniero, y con el diámetro especificado por el fabricante del perno. Limpie los agujeros de todos los rebordes producto de los cortes del taladro, residuos y escorias antes de que sea insertado el perno o sea inyectada la lechada en el agujero. Inserte el perno dentro del agujero. Coloque la placa de apoyo, arandela y tuerca al perno, debiendo prolongarse éste más allá de la tuerca al menos 50 mm.

En el caso de los pernos embebidos en anclados en lechada, inyecte suficiente material dentro del agujero perforado para llenar la zona de adherencia alrededor del mismo. Aplique tensión al perno después del tiempo de cura de la lechada especificado en la Tabla 260-1.

Tabla 260-1

Tiempo de Cura de la Lechada

Tipo de cemento	Tiempo de curado (Días)
I	5
II	5
III	3

En el caso de los pernos anclados con resina de poliéster, en la zona de adherencia deben usarse los cartuchos que contienen este material de fraguado rápido y en la zona de no carga, los de fraguado lento, aplicando gel apropiado para una instalación rápida. Seleccione los diámetros de los cartuchos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante para asegurar el encapsulamiento completo y satisfactorio del perno en la lechada inyectada en el agujero. Rompa y mezcle los cartuchos de resina retorciendo el perno como si fuera insertado dentro del agujero perforado, siguiendo las instrucciones del fabricante.

En el caso de los pernos de vástago hueco, mecánicamente anclados, la tensión al perno debe ser aplicada antes de inyectar la lechada. Después de la inyección, inyecte lechada adicional a través del vástago hueco del perno, o a través del tubo de aplicación de la lechada, hasta que el espacio entre el perno y la pared del agujero perforado esté lleno y la lechada sea forzada afuera por el tubo aireador, en la parte exterior del agujero.

260.07 Tensionado.

Aplique tensión al perno con una llave de torque calibrada hasta el 125 % de la carga de diseño. Después de tensarlo, asegure el mismo a la carga especificada de diseño.

Deben tensionarse los pernos anclados en resina de poliéster inmediatamente después de que la de endurecimiento rápido ha sido aplicada en el área de adherencia y la de endurecimiento lento en la zona de no adherencia.

Aplique tensión a los pernos una vez que la longitud a adherir haya sido empotrada y la lechada haya sido inyectada, pero antes que la sección no adherida sea impregnada.

Tensionar los pernos mecánicamente anclados inmediatamente después de la inserción dentro del agujero perforado, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Deje que el perno permanezca en el lugar si:

- a) El perno pudo ser tensionado al 125 % de la carga de diseño y ésta se pudo mantener por 10 minutos.
- b) La carga de diseño se mantuvo después de que la lechada final fue aplicada con suceso.

Reemplace cualquier perno que no cumpla con (a) o (b), de un modo y ubicación aprobados por el ingeniero.

260.08 Aceptación.

El material para los pernos será evaluado bajo la Subsección 107.02 y 107.03.

La instalación de los pernos de roca será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04.

260.09 Medición.

Mida los renglones listados en la Sección 260 consignados de acuerdo con la Subsección 110.02.

260.10 Pago.

Las cantidades aceptas serán pagadas al precio unitario del contrato por unidad medida para los renglones de pago de la Sección 260, renglones de pago listados en el cartel de la licitación. El pago es la compensación total por el trabajo realizado prescrito en esta Sección. Ver la Subsección 110.05.

El pago será hecho bajo los siguientes renglones:

Renglón de pago					Unidad de medida	
CR.260.01	Pernos	para	uso	como	Unidad	(U)
	mecánico en roca					

Sección 262.) REVESTIMIENTO DE TALUDES

262.01 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de un revestimiento de concreto, ladrillos, bloques de mampostería, escombros o bloques de concreto celular colocado sobre un talud.

262.02 Materiales

Los materiales deberán estar de acuerdo con las siguientes secciones y Subsecciones:

Estructuras menores de concreto hidráulico	601
Mampostería de piedra	620
Capa de base	704.09
Acero de refuerzo	709.01 (h)
Mortero para apoyos y juntas de mampostería	712.05
Capa superior de tierra vegetal	713.01(a) ó (b)
Geotextiles tipo IV	714.01
Ladrillos de concreto	725.08
Bloques de mampostería de concreto	725.09
Bloques celulares de concreto	725.10
Anclajes prefabricados	725.11 (f)
Mortero	725.22 (c)

Requerimientos para la construcción

262.03 General

Ubicar y compactar el material de cama con al menos tres pasadas de un compactador, rodillo o sistema vibratorio.

262.04 Geotextil

Cuando el contrato lo requiere, ubicar los geotextiles de acuerdo con la Subsección 207.05. Enterrar los extremos para el anclaje. Clavar los sujetadores a intervalos de 1,5 m para sostener el geotextil en el lugar hasta que el recubrimiento es ubicado. Reemplazar o reparar el geotextil que ha sido rasgado o pinchado.

262.05 Revestimiento de concreto hidráulico

Construir bases de apoyo. Ubicar malla electrosoldada en fábrica en el centro de la losa. La capa adyacente se debe construir al menos a 150 mm de la anterior.

Coloque el concreto de acuerdo con la Sección 601. Ubique las primeras losas en la parte inferior del talud. Construya juntas horizontales paralelas a la parte inferior del talud y juntas verticales perpendiculares a las juntas horizontales.

Construya juntas frías sin relleno de junta. El acabado superficial de la acera realícelo de acuerdo con la Subsección 552.14 (c). Afine los bordes de la losa y todas las juntas con una herramienta de 6 mm de radio.

262.06 Revestimiento de adoquín, mampostería de bloques de concreto, de piedra labrada o sin labrar.

Colocar los primeros adoquines, la mampostería de bloques o de piedra labrada y sin labrar, en la parte inferior del talud. Colocarlos en la cama de fundación con las caras planas hacia arriba y la mayor dimensión paralela a la base del talud.

Coloque cada adoquín, mampostería de bloque (block) o de piedra labrada y sin labrar en su lugar. Aplique mortero en el lado expuesto, dejando un espesor de 13 mm entre ladrillos y bloques de mampostería y de 25 mm o menos entre las piedras labradas sin que salga hacia arriba. Limpiar y remover todo el mortero que fluye hacia superficie. No deben quedar excesos de material.

262.07 Revestimiento con bloques celulares de concreto

Ubique los primeros bloques en una zanja o contra un anclaje adecuado en la parte inferior del talud. Ponga cada bloque perpendicular a la pendiente del talud y ubíquelos firmemente contra los bloques adyacentes. Aplique una lechada para llenar las juntas desalineadas o cambios en la pendiente.

Rellene con suelo vegetal las celdas de los bloques. Cuando lo requiera el contrato, colocar césped de acuerdo con la Sección 625.

262.08 Aceptación

Los bloques celulares en las losas de concreto, los bloques de mampostería, el material para mortero y las mallas electrosoldadas deben ser evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

El mortero debe ser evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04. Ver la Tabla 262-1 para el muestreo y requerimientos de ensayo.

El material de base debe ser evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04. Vea la Tabla 262-1 para el muestreo y los requerimientos de ensayo. La construcción de los revestimientos de taludes será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Los geotextiles deberán ser evaluados de acuerdo con la Sección 207.

La excavación y relleno serán evaluadas de acuerdo a la Sección 209. El concreto será evaluado de acuerdo a la Sección 601.

Los escombros deben ser evaluados de acuerdo con la Sección 620. El suelo vegetal debe ser evaluado de acuerdo con la Sección 624.

El césped debe ser evaluado según la Sección 625.

262.09 Medición

La medida del revestimiento en taludes deberá hacerse por metro cuadrado. La medición del suelo vegetal deberá hacerse de acuerdo con la Sección 624.

La medición de la colocación del césped deberá hacerse de acuerdo con la Sección 627.

262.10 Pago

Las cantidades aceptadas, medidas como se indica anteriormente, se pagarán por unidad de medida indicada en los renglones de pago descritos en la siguiente tabla. El pago será por toda la compensación indicada en esta Sección. Vea la Subsección 110.05.

El pago será hecho de acuerdo con lo siguiente:

Renglón de pago		Unidad de medida
CR.262.01	Revestimiento de taludes con concreto hidráulico	Metro cuadrado (m2)
CR.262.02	Revestimiento de taludes con adoquín	Metro cuadrado (m2)
CR.262.03	Revestimiento de taludes con mampostería de bloques de concreto	Metro cuadrado (m2)
CR.262.04	Revestimiento de taludes con piedra labrada o sin labrar	Metro cuadrado (m2)
CR.262.05	Revestimiento de taludes con bloques celulares de concreto	Metro cuadrado (m2)

Tabla 262-1
Muestreos y Ensayos

Material o producto	Propiedades o carater.	Método de prueba o especificaciones	Frecuencia	Punto de muestreo
Capa de base	Granulometría Límite líquido	AASHTO T 27 y AASHTO T 11 AASHTO T 89	1 cada 500 m3	Sitio de producción o almacenamiento
Mortero	Especímenes de prueba, para esfuerzo de compresión (2)	AASHTO T 23 AASHTO T22	1 muestra por instalación (1)	Sitio de trabajo

(1) El muestreo se ejecuta con dos especímenes de prueba.

(2) El esfuerzo a la compresión será el promedio de dos especímenes de prueba.

SECCION 301 SUBBASES Y BASES GRANULARES

301.01 Descripción

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

301.02 Materiales

El material para base y subbase granular deberá cumplir con lo especificado en:

Agregados	703.05
Agua	725.01

Requerimientos de construcción

Antes de iniciar la colocación del material de subbase o base el contratista debe someter a aprobación por parte de la Administración el o los materiales que vaya utilizar en el proyecto, de acuerdo con estas especificaciones. Para el caso específico de materiales granulares apilados, se debe seguir lo que establece la Sección 307 Apilamiento de agregados.

El material de subbase debe colocarse sobre la subrasante y la base granular deberá colocarse sobre una superficie de préstamo o subbase. La subrasante o la capa de préstamo sobre la que se coloque la subbase deberán estar debidamente acabada y aprobada por la Administración, de acuerdo con lo indicado en la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado. Por su parte, la capa de préstamo o subbase, sobre la que se coloque la base granular deberá estar debidamente acabada y aprobada por la Administración, de acuerdo con lo indicado en la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado, la Sección 303 Reacondicionamiento de la calzada o lo que establece esta sección en relación con subbases.

301.03 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 para verificar que con el proceso utilizado para la homogeneización del material y el número de pasadas del equipo de compactación, 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.

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

(a) Tramo de prueba

Antes de iniciar las labores para la construcción del tramo de prueba, se deberá verificar que el material que se coloque haya sido previamente aprobado por la Administración con base en las especificaciones establecidas.

El tramo de prueba deberá tener una longitud mínima de 100 m, al ancho total de un carril de la sección de diseño. La ubicación del tramo de prueba estará sujeta a la aprobación de la Administración.

Se deberán realizar comprobaciones en laboratorio de los datos de densidad obtenidos en sitio, de acuerdo con los ensayos indicados en el Cartel de Licitación, o en su defecto lo indicado en esta sección y las instrucciones de la Administración.

Se realizará un informe del tramo de prueba que indique al menos lo siguiente:

- Nombre del proyecto y su ubicación general.
- Fuente de material (nombre y ubicación con coordenadas) y ensayos realizados para verificar el cumplimiento de las especificaciones requeridas, según sea.
- Punto de kilometraje (y sus coordenadas) donde se realiza el tramo y donde se ubica la fuente del material a utilizar en el tramo de prueba.
- Técnicos responsables por parte del Contratista.
- Personal responsable por parte de la Administración (para verificar el desarrollo adecuado del tramo), con registro de su respectiva firma.
- Espesores de la capa de material utilizado, considerando lo indicado para terraplén o pedraplén, según sea, de acuerdo con lo indicado en el inciso (c) de esta subsección.
- Humedad del material para cada espesor.
- Densidad del material para cada espesor.
- Resistencia en sitio del material de subbase o base granular, para una compactación mayor o igual al 97% de la densidad máxima. . Para la medición de la resistencia en sitio se recomienda utilizar el cono de penetración dinámico (CPD), según la norma ASTM D6951/D6951M-09, u otro método calibrado y aprobado por la Administración.
- Equipo de compactación utilizado (número de placa, capacidad, etc.).
- Velocidad de trabajo del equipo de compactación.
- Número y orden de aplicación de las pasadas del equipo de compactación.

Dicho informe deberá contar con la aprobación por parte de la Administración, antes de iniciar con la colocación del material. En dicho informe se deberá incluir una tabla resumen con la información descrita anteriormente, tal como se muestra a continuación:

Pasadas de equipo (vibrada-sin vibrar)		% Humedad en sitio (%W)	% Compactación (% Comp)	Resistencia del material de subbase o base granular en sitio (RSB o RBG)
1				
2				
3				
...				
N		$\%W_N$	$\%Comp_N$	RSB_N / RBG_N

Notas:

- (a) En la pasada N se debe lograr el porcentaje de compactación mayor o igual al valor indicado en el inciso (c) Compactación del material de subbase y base granular.
- (b) $\%Comp_N$ = densidad en sitio/densidad máxima, se debe lograr un valor mayor o igual a la densidad requerida en el inciso (c) Compactación del material de subbase y base granular.

(b) Colocación del material de subbase y base granular

Antes de iniciar la colocación del material de subbase o base granular, 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.

Los materiales se colocarán por descarga directa o utilizando algún tipo de acabadora o caja distribuidora y es responsabilidad del Contratista velar por la correcta homogeneización del material.

La observación de zonas evidentemente segregadas o con concentración de finos en la superficie en el tramo entregado es suficiente para indicar al contratista que corrija esas deficiencias antes de iniciar el proceso de inspección y recepción.

Se debe tender y conformar la capa de agregados sobre la superficie preparada en una capa uniforme.

(c) Compactación del material de subbase y base granular

Se debe determinar el contenido de humedad óptimo y la densidad máxima de acuerdo con la prueba AASHTO T 180, método D. Se debe mezclar el agregado y ajustar el contenido de humedad dentro de un rango del 2 % del contenido de humedad óptimo.

Cada capa de subbase o base granular se debe compactar en todo el ancho hasta obtener una densidad igual o mayor al 97 % de la densidad máxima (obtenida del Proctor Modificado AASHTO T 180), corrigiendo con respecto al porcentaje de partículas gruesas de acuerdo con

el ensayo AASHTO T-224. La densidad en sitio y el contenido de humedad se deben determinar según el ensayo AASHTO T 310 (ASTM D 6938) u otros procedimientos de ensayo previamente aprobados por la Administración.

Adicionalmente, para la aceptación de tramos de subbase y base granular, se recomienda la evaluación de la resistencia de la capa de material con el ensayo de penetración medida con el cono dinámico según la norma ASTM D-6951, u otro equipo calibrado y aprobado por la Administración, que permita determinar la resistencia en sitio de la capa compactada de material de subbase y base granular, para una compactación igual o mayor al 97% de la densidad máxima.

La compactación deberá comenzar en los bordes y avanzar hacia el centro, de forma paralela a la línea centro de la carretera. A lo largo de los bordillos, cabezales, muros y demás zonas que no son accesibles con el rodillo compactador, se debe tratar el material con apisonadores o compactadores aprobados por la Administración.

El espesor total de las capas individuales que se construyan no deberá exceder de 250 mm una vez compactada. Cuando se requiera más de una capa, se debe compactar cada capa según lo descrito en esta subsección, antes de colocar la capa siguiente. Se debe conducir el equipo de acarreo de manera uniforme sobre todo el ancho de la superficie para minimizar la formación de surcos o una compactación irregular.

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.)

El Contratista, por medio de su Ingeniero Residente, deberá solicitar la inspección del tramo que ha terminado y revisado con 24 horas de anticipación.

La Administración iniciará la inspección con una revisión visual del tramo que se entrega, según lo descrito en la Subsección 107.02 Inspección Visual de estas especificaciones. Si, como resultado de esta inspección, se determina que existen segregaciones, puntos flojos o cualquier otro tipo de anomalía, la Administración indicará al Contratista que 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, la Administración solicitará 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 lograr una superficie uniforme que cumpla lo especificado.

Superada la etapa de verificación de niveles, la Administración solicitará la presencia del laboratorio de verificación de calidad del proyecto, para verificar que la compactación de la subbase o base granular colocada cumpla con la densidad en sitio especificada en esta sección.

Una vez que se cuente con los datos de topografía y del laboratorio de verificación de calidad de la Administración y estos reflejen el cumplimiento de las especificaciones, la Administración emitirá la respectiva aprobación del tramo.

301.04 Mantenimiento

Se debe mantener el alineamiento correcto de la capa de agregados, la pendiente y la sección transversal, nivelando, agregando agua, compactando con rodillo o cualquier combinación de lo anterior hasta que se coloque la siguiente capa. Se deben corregir los defectos de acuerdo con la Subsección 301.03 Colocación y compactación en lo referente a este tema.

Una vez recibida la subbase o base granular a satisfacción por parte de la Administración, el Contratista deberá darle el mantenimiento adecuado a la estructura durante el período que esta se encuentre descubierta.

Así mismo deberá cumplirse lo dispuesto en la Subsección 104.05 Mantenimiento de la carretera, relacionado con el mantenimiento de la obra durante la construcción.

301.05 Aceptación

(a) Subbases: Para el material de subbase, los ensayos de aceptación de la fuente de material se muestran en la Tabla 301-1 Requisitos mínimos de Muestreo y Ensayo para la Subbase.

Para la aceptación y control en sitio del material, se debe evaluar la graduación de agregados, límites de Atterberg, capacidad de soporte (CBR) contenido de humedad, densidad máxima y en sitio, de acuerdo con la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

Se evaluará la resistencia del material de subbase, para lo cual se recomienda el ensayo con el cono dinámico de penetración (DCP), según la norma ASTM D-6951/D-6951M-09, o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración. Los puntos de medición deberán estar georreferenciados. La resistencia en sitio, deberá ser mayor o igual al valor obtenido en el tramo de prueba, para una compactación mayor o igual al 97% de la

densidad máxima. En caso de no cumplir con lo anterior, de forma oportuna se deberán ejecutar las medidas correctivas.

Para efectos de pago, se evaluará la graduación en mallas 4,75 mm (N°4) y 75 μ m (No. 200) u otro tamiz que especifique la Administración, de acuerdo con la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo).

- (b) Base granular: Para el material de base granular, los ensayos de aceptación de la fuente de material se muestran en la Tabla 301-2 Requisitos mínimos de Muestreo y Ensayo para la Base Granular.

Para la aceptación y control en sitio del material, se debe evaluar la graduación de agregados, límites de Atterberg, capacidad de soporte (CBR), contenido de humedad, densidad máxima y en sitio, de acuerdo con la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

Se evaluará la resistencia del material de base granular, para lo cual se recomienda el ensayo con el cono dinámico de penetración (DCP), según la norma ASTM D-6951/D-6951M-09, o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración. Los puntos de medición deberán estar georreferenciados. La resistencia en sitio, deberá ser mayor o igual al valor obtenido en el tramo de prueba, para una compactación mayor o igual al 97% de la densidad máxima. En caso de no cumplir con lo anterior, de forma oportuna se deberán ejecutar las medidas correctivas.

Para efectos de pago, se evaluará la graduación en mallas 9.5 mm 4,75 mm (N°4) y 75 μ m (No. 200) u otro tamiz que especifique la Administración, de acuerdo con la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo).

La preparación de la superficie sobre la que se colocará la capa de agregados, de subbase o base granular, se evaluará de acuerdo con la Sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado, la Sección 303 Reacondicionamiento de la calzada o esta sección, según corresponda.

301.06 Medición

Se deben medir los ítems de la Sección 301.07 de acuerdo con la Subsecciones 110.01 Métodos de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.04 Procedimiento de recepción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

Se deben medir los agregados por metro cúbico colocado en su posición final (conformado, compactado y acabado) con medición topográfica.

- La medición se realizará por unidad de volumen. Se medirá en sitio una vez compactado, de acuerdo con la estructura de pavimento indicada en la sección típica de diseño, verificado por topografía cada una de las capas de subbase o base granular aprobadas según la subsección 301.05 Aceptación. No se pagarán volúmenes por sobre-espesor, si existieran.
- Cuando se trate de secciones especiales que no se especifican con una sección típica determinada, la medición se realizará por medio de levantamiento topográfico.

301.07 Pago

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida ajustado según la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), para los reglones de pago listados a continuación. El pago será una compensación completa del trabajo descrito en esta sección.

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.301.01 Subbase granular graduación ____	Metro cúbico (m ³)
CR.301.02 Base granular graduación ____	Metro cúbico (m ³)

301.08 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

En las Tablas 301-1 Requisitos mínimos de muestreo y ensayo para subbase y 301-2 Requisitos mínimos de muestreo y ensayo para base granular, se presentan los requisitos mínimos para aceptación, sin embargo el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto, no obstante, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista, debe contar con el aval de la Administración de cada proyecto

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá el tipo de ensayos y las frecuencias basada en la tabla 301-1 o 301-2, que permitan aplicar las Subsecciones 107.04 Conformidad determinada o ensayada o control estadístico y 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), para determinar el pago del trabajo en función de la calidad. Adicionalmente cuando corresponda aplicará la subsección 107.02 Inspección Visual.

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), de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 301-1
Requisitos mínimos de Muestreo y Ensayo para la Subbase

Tipo de aceptación	Característica a ensayar	Norma para el ensayo	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	Tiempo de Reporte (1)
Aceptación de la fuente de material (Subsección 107.04)	Granulometría	AASHTO T-27 y T-11	1 muestra por tipo y fuente de material	Fuente del material	Antes de utilizarlo en el trabajo
	Límites de Atterberg (LL, LP, IP)	AASHTO T-89 y T-90	1 muestra por tipo y fuente de material		
	Capacidad relativa de Soporte (CBR)	AASHTO T-193	1 muestra por tipo y fuente de material		
Control en sitio para la aceptación de la capa de subbase	Granulometría	AASHTO T-27 y T-11	1 muestra cada 400 m colocados en el proyecto antes de compactar	Subbase colocada en el proyecto	Antes de colocar la siguiente capa
	Límites de Atterberg (LL, LP, IP)	AASHTO T-89 y T-90			
	Capacidad de Soporte (CBR)	AASHTO T-193	1 muestra cada 2 000 m de subbase colocada antes de compactar		
	Humedad-Densidad	AASHTO T-180 Método D	1 muestra por cada graduación producida		
	Humedad-Densidad en sitio	AASHTO T-310 ASTM D-6938	1 punto de medición cada 100 m por carril de subbase colocada y compactada		
	Resistencia en sitio (2)	ASTM D-6951 D6951M-09 o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración	1 punto de medición cada 100 m de carril		
Estadística para pago (107.05) (Categoría I)	Graduación:	AASHTO T-27 y T-11	1 muestra cada 400 m colocados en el proyecto antes de compactar	Del material colocado y procesado	Antes de colocar la siguiente capa y como respaldo para el trámite de pago
	4,75 mm (No.4)				
	75 µm (No. 200)				
	Otros tamices especificados por la				

	Administración.			

(1) El tiempo de reporte indicado aplica siempre y cuando las condiciones climáticas no generen cambios con respecto a la aprobación de la condición original del material granular, de lo contrario se deberá llevar un control estricto de la humedad del material y realizar los ajustes en el patrón de compactación aprobado inicialmente.

(2) La resistencia en sitio, para lo cual se recomienda el cono dinámico de penetración u otro método calibrado y aprobado por la Administración, deberá ser mayor o igual al valor obtenido en el tramo de prueba, para una densidad mayor o igual al 97% de la densidad máxima.

Tabla 301-2
Requisitos mínimos de Muestreo y Ensayo para la Base Granular

Tipo de aceptación	Característica a ensayar	Norma para el ensayo	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	Tiempo de Reporte (1)
Aceptación de la fuente de material (Subsección 107.04)	Granulometría	AASHTO T-27 y T-11	1 muestra por tipo y fuente de material	Fuente del material	Antes de utilizarlo en el trabajo
	Límites de Atterberg (LL, LP, IP)	AASHTO T-89 y T-90	1 muestra por tipo y fuente de material		
	Pérdida por abrasión	AASHTO T-96	1 muestra por tipo y fuente de material		
	Índice Durabilidad gruesos y finos	AASHTO T-210	1 muestra por tipo y fuente de material		
	Caras fracturadas	ASTM D-5821	1 muestra por tipo y fuente de material		
	Capacidad relativa de Soporte (CBR)	AASHTO T180 y AASHTO T-193	1 muestra por tipo y fuente de material		
Control en sitio para la aceptación de la capa de base granular	Granulometría	AASHTO T-27 y T-11	1 muestra cada 400 m colocados en el proyecto antes de compactar	Base colocada en el proyecto	Antes de colocar la siguiente capa
	Límites de Atterberg (LL, LP, IP)	AASHTO T-89 y T-90			
	Capacidad relativa de Soporte (CBR)	AASHTO T-193	1 muestra cada 2000 m de base colocada antes de compactar		

Tipo de aceptación	Característica a ensayar	Norma para el ensayo	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	Tiempo de Reporte (1)
	Humedad-Densidad	AASHTO T-180 Método D	1 muestra por cada graduación producida		
	Humedad-Densidad en sitio	AASHTO T-310 ASTM D-6938	1 punto de medición cada 100 m por carril de subbase colocada y compactada		
	Resistencia en sitio (2)	ASTM D-6951 D6951M-09 o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Administración	1 punto de medición cada 100 m de carril		
Estadística para pago (107.05) (Categoría I)	Graduación:	AASHTO T-27 y T-11	1 muestra cada 400 m colocados en el proyecto antes de compactar	Del material colocado y procesado	Antes de colocar la siguiente capa y como respaldo para el trámite de pago
	9,5 mm				
	4,75 mm (No.4)				
	75 µm (No. 200)				
	Otros tamices especificados por la administración.				

(1) El tiempo de reporte indicado aplica siempre y cuando las condiciones climáticas no generen cambios con respecto a la aprobación de la condición original del material granular, de lo contrario se deberá llevar un control estricto de la humedad del material y realizar los ajustes en el patrón de compactación aprobado inicialmente.

(2) La resistencia en sitio, para lo cual se recomienda el cono dinámico de penetración u otro método calibrado y aprobado por la Administración, deberá ser mayor o igual al valor obtenido en el tramo de prueba, para una densidad mayor o igual al 97% de la densidad máxima.

SECCIÓN 302 BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO

302.01 Descripción

Los trabajos descritos a continuación corresponden al procedimiento de diseño y construcción de una base estabilizada BE-25 y consisten en la construcción de una capa de base estabilizada con cemento sobre una superficie subyacente previamente preparada, razonablemente ajustada a los alineamientos, rasantes, espesores, secciones típicas, entre otros, mostrados en los planos. Adicionalmente, esta sección comprende la construcción de una base estabilizada reciclada, producto del material existente en sitio.

La capa de base estabilizada con cemento a construir podrá ser mezclada con el método en sitio o en planta.

302.02 Materiales

Deben estar conforme con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Agregados para capas de base estabilizada con cemento	703.21
Material de secado	703.13
Aditivos químicos (retardadores de fragua)	711.03
Emulsión asfáltica (riego de imprimación)	702.03
Cemento hidráulico	701.01
Agua	725.01

En el caso de una base estabilizada con agregado virgen o reciclado, se deberá cumplir con los requisitos de granulometría mostrados en la Tabla 703-20 Requisitos granulométricos para bases granulares a estabilizar.

En el caso de una base estabilizada reciclada en el que se requiera la combinación de agregados (agregado virgen de adición y reciclado), cada agregado deberá cumplir con el requisito granulométrico correspondiente.

302.03 Diseño de mezcla (equivalente a BE-25)

El Contratista deberá entregar a la Administración el diseño de mezcla de la base estabilizada un mes antes del inicio de la producción.

Adicionalmente, junto con el diseño de mezcla, el contratista deberá entregar al menos la siguiente información, según corresponda:

(a) Para cada diseño de mezcla, la fórmula de trabajo que indique:

- Fuente de material a utilizar
- Resultados de los ensayos aplicables (granulometría, límites de Atterberg, contenido de cemento, proporción del agregado virgen de adición -si el diseño lo requiere- entre otros)
- Porcentaje óptimo de cemento
- Si la base estabilizada es reciclada deberá indicar si es necesario la incorporación de agregado virgen y fuente de donde se extraerá
- La dosificación de cada material

(b) Cuando la Administración lo solicite para efectos de verificación de calidad, el Contratista deberá entregar:

- Una muestra de agregado (virgen o reciclado) de 90 kg
- Una muestra de 10 kg de cemento hidráulico
- Una muestra de 2 kg del retardador de fragua u otros aditivos

(c) Metodología de diseño:

Se debe estimar el contenido inicial de cemento requerido para obtener la resistencia a la compresión de diseño (a los 7 días). Adicionalmente, se deberá seleccionar dos contenidos de cemento por masa, el primero a 2 puntos porcentuales por encima y el segundo a 2 puntos por debajo, del contenido inicial establecido.

Para estos tres contenidos de cemento:

- (1) Se debe utilizar un mínimo de 4 puntos de saturación para determinar la densidad máxima y el contenido óptimo de humedad para cada mezcla de acuerdo con AASHTO T 134 (ASTM D 558), variando la energía de compactación indicada en dicho procedimiento por la suministrada por el mazo de 4,54 kg (Proctor modificado), es decir, el tamaño del molde, número de golpes por capa y número de capas deberán ser las indicadas en la norma, la única diferencia será la utilización del mazo de Proctor Modificado en lugar del mazo de Proctor Estándar.
- (2) Se debe determinar la resistencia a la compresión de al menos 3 cilindros a los 7 días (edad de falla) para cada humedad-densidad determinada anteriormente de acuerdo con la norma ASTM D 1633, método A, variando la energía de compactación indicada en dicho procedimiento por la suministrada por el mazo de 4,54 kg (Proctor modificado), de acuerdo con lo explicado en el apartado (1) anterior.
- (3) Se debe determinar la pérdida en la masa (durabilidad) de acuerdo con las normas AASHTO T 135 y AASHTO T 136 utilizando 3 cilindros por mezcla.

Se debe diseñar y utilizar una mezcla que cumpla los requisitos de la Tabla 302-1.

Tabla 302-1

Parámetros de diseño de las mezclas de agregados y cemento

Material o propiedad	Requerimiento
Agregado	91 - 97 % ⁽¹⁾
Cemento Hidráulico	3 - 9 % ⁽¹⁾
Pérdida de masa, AASHTO T135 & T136 (12 ciclos)	
A-1, A-2-4, A-2-5 & A-3 ⁽²⁾	14 %
A-2-6 & A-2-7 ⁽²⁾	10%
Resistencia a la compresión inconfiada (Falla 7 días), ASTM D1633, método A ⁽³⁾	3,0 MPa

(1) Por masa de la mezcla total seca

(2) De acuerdo al sistema de clasificación de suelos de la AASHTO

(3) Utilizando el mazo de Proctor Modificado (4,54 Kg)

En una gráfica se deberá representar la resistencia a la compresión, para cada uno de los contenidos de cemento. El contenido óptimo de cemento de diseño corresponderá al porcentaje de cemento con el que se logra alcanzar la resistencia de diseño a la compresión de 3 MPa a los 7 días.

Se debe iniciar la producción únicamente después de que el diseño de mezcla ha sido aprobado por la Administración. Si se produjera un cambio en la fuente de agregados se deberá presentar un nuevo diseño de la base estabilizada y los nuevos materiales para su verificación.

Requerimientos de construcción

302.04 General

Se debe preparar la superficie donde se colocará la capa de agregados estabilizados de acuerdo con:

- (a) Capa de agregado virgen. Se debe preparar la superficie subyacente de acuerdo con la sección 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado y la sección 303 Reacondicionamiento de la calzada.
- (b) Capa de agregados existentes en sitio. Se debe reacondicionar la superficie de acuerdo con la sección 303 Reacondicionamiento de la calzada.

Se deben almacenar los aditivos en recipientes cerrados e impermeables.

302.05 Mezclado y colocado

Antes de iniciar el proceso de mezclado, colocación y compactación de la base estabilizada en el proyecto, el Contratista deberá realizar un tramo de prueba.

El tramo de prueba adicionalmente tendrá el objetivo de verificar que el proceso utilizado para la homogeneización del material y el número de pasadas del equipo de compactación, obtenga la densidad especificada para la capa de base estabilizada. 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.

302.05.01 Tramo de prueba

Antes de iniciar las labores para la construcción del tramo de prueba, se deberá verificar que el material que se coloque haya sido previamente aprobado por la Administración con base en las especificaciones establecidas. Para el caso en el que se realiza una base estabilizada reciclada se deberá realizar la escarificación del material existente para verificar los requerimientos de granulometría especificados en esta sección.

El tramo de prueba deberá tener una longitud mínima de 100 m, al ancho total del carril de diseño. La ubicación del tramo de prueba estará sujeta a la aprobación de la Administración.

302.05.02 Colocación y mezclado

Antes de iniciar la colocación del material de base estabilizada, la Administración deberá verificar que la superficie sobre la que se colocará esta capa, haya sido aprobada de acuerdo con la sección que corresponda según la capa subyacente.

No se deben iniciar las operaciones de mezclado si se espera que la temperatura ambiente dentro de las siguientes 48 horas sea menor de 4 °C. No se debe colocar la capa de agregado estabilizado cuando la superficie subyacente esté saturada o cuando esté lloviendo.

La humedad del agregado en el momento de la aplicación del cemento, deberá ser la adecuada para permitir una mezcla uniforme durante las operaciones de mezclado, y deberá estar dentro de un rango de 2 % con respecto al contenido de humedad óptimo de la mezcla al inicio de la compactación.

No se deberá dejar la mezcla de cemento, agua y agregado sin compactar por más de 30 minutos. Las operaciones de incorporación del cemento, mezcla, compactación y acabado deberán ser continuas y completadas dentro de una hora a partir del inicio del mezclado, se permite un período Máximo de 2 horas.

El método de mezclado a utilizar deberá ser aprobado por la Administración previamente.

(a) Método de mezclado en planta central

- Mezclado

La base estabilizada podrá ser mezclada en una planta central tipo flujo continuo, de bache o de tambor giratorio, según la dosificación establecida en el diseño. La planta deberá estar equipada con dispositivos de medición y alimentación que adicionarán a la mezcladora el agregado, cemento y agua en las cantidades especificadas. Si es necesario, un dispositivo de tamizado se utilizará para eliminar el material de gran tamaño (mayor que 75 mm) antes de la mezcla. Los agregados y el cemento se mezclarán lo suficiente para evitar que se formen bolas de cemento cuando se añada el agua.

El tiempo de mezclado deberá ser tal que garantice una mezcla uniforme del agregado, cemento y agua. Se debe mantener la precisión de las cantidades de los agregados, cemento, aditivos químicos y agua (basadas en la masa total seca) dentro de las siguientes tolerancias:

1. Agregados $\pm 2,0\%$ por masa
2. Cemento $\pm 0,5\%$ por masa
3. Retardador de fraguado u otro aditivo $\pm 2,0\%$ por masa
4. Agua $\pm 2,0\%$ por masa

Se puede utilizar un aditivo para retardar la fragua inicial (máximo de 2 horas). Se debe disolver el retardador en agua y agregar la solución de manera uniforme a la mezcla.

- Transporte

Se deberá transportar la mezcla en vehículos que mantengan el contenido de humedad y eviten la segregación y la pérdida del material fino. Se deberán proveer cobertores para proteger el material en caso de humedad debido a las condiciones meteorológicas. Cualquier mezcla humedecida en exceso por la lluvia, ya sea durante el transporte o después de que se ha extendido, estará sujeta a rechazo.

El tiempo total transcurrido entre la adición de agua a la mezcla y el inicio de la compactación deberá ser el mínimo posible. El tiempo de transporte no deberá ser superior a 30 minutos, y la compactación deberá comenzar tan pronto como sea posible después del esparcido.

- Colocación

Inmediatamente antes de la colocación del material, la superficie subyacente deberá estar en una condición húmeda.

La mezcla se deberá colocar sin segregarla, esparciéndola con uno o más dispositivos aprobados en una cantidad por metro que produzca una capa uniforme. No deberán transcurrir más de 60 minutos entre la colocación de material en carriles adyacentes, excepto en las juntas de construcción longitudinales y transversales.

La superficie de la capa de agregado deberá tener una elevación tal que, cuando se compacte a la densidad requerida, quede con el nivel de elevación que se indica en los planos o bien el espesor de acuerdo con el diseño estructural aprobado por la Administración. El material y las condiciones de la superficie deberán ser aprobados por la Administración antes de iniciar la siguiente fase de la construcción.

(b) Método de mezclado en sitio

- Preparación

- (1) Cuando el agregado a estabilizar proviene de una fuente, se deberá colocar con el nivel de elevación que se indica en los planos o bien el espesor de acuerdo con el diseño estructural aprobado por la Administración.

La superficie de la capa de agregado a ser procesada como base estabilizada deberá tener una elevación tal que, cuando se mezcla con cemento y agua y se compacte a la densidad requerida, quede con el nivel de elevación que se indica en los planos o bien el espesor de acuerdo con el diseño estructural aprobado por la Administración. El material y las condiciones de la superficie deberán ser aprobados por la Administración antes de iniciar la siguiente fase de la construcción.

- (2) Cuando se realiza una base estabilizada reciclada producto de la escarificación de la capa existente, el agregado obtenido por la escarificación de la carretera, deberá ser escarificado hasta que por lo menos el 50% de todo el material pueda pasar por un tamiz No. 4 (4,75 mm). Se desechará todo el material retenido en el tamiz de 75 mm y el material inadecuado por otros motivos. Si se especifica material adicional, este deberá ser mezclado con el existente de acuerdo con el diseño de mezcla aprobado por la Administración.

Para verificar que se haya obtenido la granulometría requerida, se deberán tomar las muestras respectivas del material escarificado y realizar el ensayo de granulometría para el tamiz No.4.

La superficie de la capa de agregado escarificado deberá tener una elevación tal que, cuando se mezcle con cemento y agua y se compacte a la densidad requerida, quede con el nivel de elevación que se indica en los planos o bien el espesor de acuerdo con el diseño estructural aprobado por la Administración. El material y las condiciones de la superficie deberán ser aprobados por la Administración antes de iniciar la siguiente fase de la construcción.

- Incorporación del cemento

No se debe incorporar el cemento cuando las condiciones permitan una pérdida excesiva por efecto del agua o por el viento.

La cantidad especificada de cemento se aplicará de tal forma que quede uniforme y minimice el polvo.

- (1) Aplicación como lechada: Se mezcla el cemento con el agua y se aplican como una suspensión diluida en agua o lechada utilizando camiones con distribuidores aprobados o mezcladores rotatorios. El equipo distribuidor y mezclador rotatorio debe estar provisto de un agitador que mantenga el cemento en suspensión en el agua. Se realizarán pasadas sucesivas sobre el material hasta obtener la humedad y el contenido óptimo del cemento para realizar la mezcla y compactación.

A menos que se utilice un retardante aprobado, el tiempo desde el primer contacto del cemento con el agua, para aplicación en el agregado, no excederá los 60 minutos y el tiempo desde la colocación de la suspensión en el agregado y el inicio de la mezcla no deberá exceder los 30 minutos.

- (2) Método seco: Se debe aplicar el cemento de manera uniforme con un esparcidor aprobado. El agua se debe aplicar utilizando métodos aprobados para obtener el contenido de humedad óptimo para realizar la mezcla y la compactación.

- Mezclado

La mezcla deberá comenzar tan pronto como sea posible después de que el cemento se haya extendido y se deberá continuar hasta que se produzca una mezcla uniforme.

El mezclado se continúa hasta que el producto final sea homogéneo, cumpla con los requisitos y posea el contenido de humedad óptimo especificado $\pm 2\%$. La mezcla final deberá cumplir con la elevación y el espesor de diseño.

302.06 Compactación (Densificación)

La base estabilizada será compactada de manera uniforme hasta obtener una densidad máxima seca no menor del 97%. La humedad óptima y la densidad seca máxima se determinarán antes del comienzo de la construcción (ver subsección 302.03 (c) Metodología de diseño, apartado (1)) y también en el campo durante la construcción mediante una prueba de humedad-densidad de acuerdo con lo indicado en la Tabla 302-3 Requisitos de muestreo y ensayo. La densidad en campo del material compactado puede ser determinada por el método nuclear (ASTM D 1556, AASHTO T 310) u otros procedimientos de ensayo aprobados.

Al inicio de la compactación (para ambos métodos de incorporación), el contenido de humedad deberá estar dentro de un rango de 2 % con respecto al contenido de humedad óptimo de la mezcla. Ningún sector se deberá dejar en reposo más de 30 minutos durante las operaciones de compactación. Todas las operaciones de compactación deberán completarse dentro de una hora desde el inicio de la mezcla, o hasta 2 horas si se utiliza retardador.

302.07 Acabado

Antes de finalizar la compactación se deberá dar forma a la capa estabilizada de acuerdo con los alineamientos y secciones transversales especificadas en planos. Si es requerido por la Administración la superficie será levemente escarificada o barrida para eliminar la huellas dejadas por los equipos de compactación o para evitar planos de compactación.

Todas las operaciones de acabado deberán completarse dentro de las 2 horas de inicio de mezcla como máximo. La superficie compactada debe quedar lisa, densa, libre de huellas, planos de compactación o material suelto. Todas las deformaciones deberán ser eliminadas y la superficie deberá compactarse nuevamente.

El acabado superficial no debe tener diferencias que excedan de 8 a 12 mm medidos, en forma longitudinal o transversal con un escantillón de 3 metros de largo entre dos puntos de contacto. Esta medición deberá realizarse mínimo a cada 20 metros o lo que defina la Administración.

302.08 Curado

No se debe permitir el paso del tráfico sobre la capa de agregados estabilizados durante un periodo de siete días, después de finalizada la compactación. La superficie podrá ser abierta al tránsito antes de los siete días, siempre y cuando la capa estabilizada posea una resistencia a la compresión uniaxial no menor a 2.0 MPa (Conforme a las resistencias especificadas en la Tabla 302-02 Especificación de resistencia a la compresión inconfiada para producción). Se debe mantener la capa terminada continuamente húmeda hasta que se coloque la siguiente capa. Se debe aplicar agua a presión a través de una barra rociadora equipada con boquillas que producen una aspersión fina y uniforme. Se debe tener especial cuidado con el curado de los bordes y juntas de construcción, para evitar su desecación. Si se va a colocar y compactar otra capa, se deberá realizar dentro de los 7 días siguientes a la compactación y al acabado de la capa estabilizada.

Se puede retrasar la colocación de la capa siguiente hasta 21 días sellando la superficie con un asfalto emulsificado de fraguado rápido. No se deben sellar las capas intermedias de una base. Se debe mantener la superficie húmeda durante al menos 7 días después de realizar la compactación y el acabado. Después de estos 7 días, se debe aplicar un riego de imprimación conforme a lo establecido en la sección 413 Riego de imprimación. Se debe proporcionar una película uniforme sobre la superficie. Si la superficie se abre al tráfico, se debe proporcionar y aplicar material de secado de acuerdo con la Sección 703.13 Material de secado.

Si la base de material estabilizado pierde esa condición, densidad o el acabado antes de la colocación de la siguiente capa o de la aceptación del trabajo, se debe reprocesar,

recompactar y adicionar el cemento o aditivos necesarios en todo el espesor para restablecer la resistencia del material dañado. Se debe aplicar nuevamente el sello de imprimación cuando la película esté dañada.

302.09 Juntas de construcción

Al final de cada día de construcción se debe hacer una junta transversal haciendo un corte dentro de la zona terminada para formar una cara aproximadamente vertical.

Para carreteras que cubran un área amplia, la base estabilizada deberá ser construida en una serie de carriles paralelos, de longitud y ancho conveniente, para lo cual se deberán formar juntas longitudinales rectas haciendo un corte dentro de la zona terminada para formar una cara aproximadamente vertical. Si el tiempo de colocación de dos paños adyacentes es mayor de 30 minutos, se debe hacer una junta de construcción.

Se deberá prestar atención a la construcción de la junta para que ésta sea lo más vertical posible y se compacte correctamente, además los materiales deberán estar mezclados adecuadamente.

302.10 Colocación de capas subsecuentes

Si se desea colocar capas subsecuentes, se debe asegurar que la base estabilizada es lo suficientemente estable para soportar el equipo de construcción requerido sin deteriorar o deformar permanentemente la superficie.

Se debe colocar un riego de liga de acuerdo con la sección 414 Riego de liga, antes de la colocación de una capa de mezcla asfáltica.

302.11 Control de calidad en obra

Durante el proceso de producción será necesario controlar la calidad de la base estabilizada con cemento de acuerdo con lo especificado en la Tabla 302-2 para la resistencia a la compresión inconfiada y lo especificado en la Tabla 302-3 Requisitos para muestreo y ensayo, como requisitos mínimos para los agregados y la mezcla estabilizada.

Tabla 302-2

Especificación de resistencia a la compresión inconfiada para producción

Resistencia a la compresión inconfiada (Falla 7 días), ASTM D1633, método A	Especificación
Mínima	2,1 MPa
Promedio	3,0 MPa
Máxima	3,9 MPa

Notas:

- (a) Los especímenes deberán compactarse utilizando el mazo de Proctor Modificado (4,54 kg), de acuerdo con lo explicado en la subsección 302.03 (c) Metodología de diseño, apartado (1).
- (b) La resistencia se verificará con 3 especímenes moldeados durante el proceso de construcción de la base estabilizada.

302.12 Aceptación

Para aceptación ver la Tabla 302-3 para los requisitos de muestreo y ensayo por realizar, para cada propiedad o característica de calidad.

El cemento y aditivos químicos se evaluarán de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación.

El asfalto emulsificado se evaluará según las Subsecciones 107.03 Certificación y 702.10 Procedimiento de evaluación para cementos asfálticos.

La graduación de los agregados se evaluará según la Subsección 703.21 Agregados para capas estabilizadas con cemento y lo que indique la Tabla 703-20 Granulometrías para bases granulares a estabilizar.

La construcción de capas de agregados estabilizados se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

El acabado superficial se deberá evaluar de acuerdo con lo establecido en la sección 302.07 Acabado.

La preparación de la superficie sobre la que se colocará la capa de agregados estabilizados se evaluará de acuerdo con las Secciones 204 Excavación, terraplenado y pedraplenado o 303 Reacondicionamiento de la calzada, según corresponda.

Los riegos de liga o imprimación se evaluarán de acuerdo con las secciones 413 Riego de imprimación y 414 Riego de liga.

El material de secado se evaluará de acuerdo con la Sección 703.13 Material de secado.

302.13 Medición

Se deben medir para efectos de aceptación y pago, los materiales, insumos y actividades, requeridos en esta sección de acuerdo con las Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimiento de recepción, 152 Topografía para la Construcción y lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

La construcción de la capa de base estabilizada con cemento comprende la mezcla, homogenización, humedecido, compactación y acabado final de capa de agregados estabilizados con cemento.

Para todos los casos (utilización de agregado virgen, reciclado o reciclado con incorporación de agregado virgen), la capa se medirá por metro cúbico (m³) colocado en su posición final (conformado, compactado y acabado) con medición topográfica por medio de secciones transversales, la cual deberá incluir todas las cantidades de materiales indicados en el diseño de la base estabilizada presentado por el contratista producto de un análisis previamente realizado

Se deberá medir el espesor, de acuerdo con lo establecido en los planos o en el diseño estructural, tanto en el caso que se utilice agregado virgen, agregado existente con o sin

la incorporación de agregado virgen. Lo anterior con el fin de verificar la proporción de materiales aprobados en el diseño de la base estabilizada.

302.14 Pago

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida, ajustado según la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) para los ítems de pago.

El pago constituirá la plena compensación por todos los recursos involucrados para su ejecución: suministro y acarreo de todos los materiales, operaciones necesarias para la obtención, producción, apilamiento, almacenamiento y colocación de materiales; maquinaria, equipo y personal necesarios, así como la señalización preventiva de protección de obra y cualquier otra actividad necesaria para la adecuada y correcta realización de las actividades contempladas en esta sección. Lo anterior, con excepción de aquellos casos para los cuales algunos de esos recursos se paguen de forma separada, indicados así en el Contrato o en este manual.

El renglón de pago "Base estabilizada con cemento tipo BE-25" homogenizada en planta o en sitio, incluye la escarificación, suministro de materiales, homogenización por cualquiera de los métodos descritos, la colocación con el equipo adecuado, humedecido, compactación y acabado final de acuerdo con los procedimientos constructivos definidos y todo lo que se requiera para recibir la capa de agregados estabilizados con cemento a satisfacción de la Administración y de acuerdo con el diseño de mezcla de la base estabilizada.

	Renglón de pago	Unidad de medida
CR 302.01	Base estabilizada con cemento tipo BE-25	m ³

302.15 Requerimientos mínimos para muestreo y ensayo

En la Tabla 302-3 Requisitos Mínimos de Muestreo y Ensayos, se presentan los requisitos mínimos para aceptación por calidad para el material a estabilizar, sin embargo el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto, no obstante queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista, debe contar con el aval de la Administración de cada proyecto.

Para efectos del plan de verificación, la Administración establecerá el tipo de ensayos y las frecuencias de la Tabla 302-3 Requisitos Mínimos de Muestreo y Ensayos, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección Visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada y 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valores de trabajo), según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación por parte del Administración, a través de terceros contratados para dicha función, deben estar debidamente acreditados para la realización de los ensayos indicados en la Tabla 302-3 Requisitos de muestreo y ensayo, bajo la norma

INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), de acuerdo con la Sección 153 Control de calidad del proyecto.

Tabla 302-3
Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (subsección)	Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencias de ensayos	Puntos de muestreo	Tiempo de reporte
Aceptación de la fuente de material (703.21)	Medición y ensayo de aceptación (107.04)	Graduación		AASHTO T 27 & T 11	1 por fuente	Fuente del material	Antes de realizar el diseño
		50 mm (2")	-				
		4,75 mm (No 4)	-				
		425 µm (No 40)	-				
		75 µm (No 200)	-				
		Pérdida por abrasión	-	AASHTO T 96	1 por fuente	Fuente del material	
		Índice Durabilidad gruesos y finos	-	AASHTO T 210	1 por fuente	Fuente del material	
		Índice plástico	-	AASHTO T 90	1 por fuente	Fuente del material	
		Límite líquido	-	AASHTO T 89	1 por fuente	Fuente del material	
Agregado reciclado para base estabilizada (diseño)	Medición y ensayo de aceptación (107.04)	Graduación 75 mm 4,75 mm (No.4)	-	AASHTO T 27 & T 11	1 ensayo por tipo de material existente en el sitio	Después de la escarificación	Antes de realizar el diseño
Diseño de mezcla (302.03)	Medición y ensayo de aceptación (107.04)	Densidad-humedad de la mezcla (máxima densidad)	-	ASTM D 558 o AASHTO T 134 ⁽¹⁾	1 ensayo por contenido de cemento	No aplica	1 mes antes del inicio de la producción
		Resistencia a la compresión inconfiada	-	ASTM D 1633, método A	1 ensayo por contenido de cemento ⁽²⁾		

Material o producto	Tipo de Aceptación (subsección)	Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencias de ensayos	Puntos de muestreo	Tiempo de reporte
		Pérdida de masa	-	AASHTO T 135 & T 136 (12 ciclos)	1 ensayo por contenido de cemento		
Agregados para base estabilizada (producción) (703.21)	Estadística (107.05)	Graduación		AASHTO T 27 & T 11	1 muestra por cada 800 m ³	Antes de la estabilización	Previo a la estimación de pago
		4,75 mm (No 4)	I				
		425 µm (No 40)	I				
		75 µm (No 200)	I				
		Otros tamices especificados	II				
	Medición y ensayo de aceptación (107.04)	Índice plástico	-	AASHTO T 90	1 muestra por cada 800 m ³	Antes de la estabilización	
		Límite líquido	-	AASHTO T 89	1 muestra por cada 800 m ³	Antes de la estabilización	
Agregado reciclado para base estabilizada (producción)	Medición y ensayo de aceptación (107.04)	Graduación 75 mm 4,75 mm (No.4)	-	AASHTO T 27 & T 11	1 ensayo cada 100 m o 1 ensayo diario	Después de la escarificación	24 horas después de terminado el trabajo, antes de colocar la siguiente capa de la estructura del pavimento
Mezcla estabilizada (producción) (302)	Medición y ensayo de aceptación (107.04)	Densidad-humedad (máxima densidad)	-	ASTM D 558 o AASHTO T 134 ⁽¹⁾	1 ensayo por día	Material estabilizado en sitio de colocación	Final de la jornada
		Densidad in situ y contenido de humedad	-	AASHTO T 310 u otros procedimientos aprobados	1 ensayo por cada 400 m ³ o un ensayo diario	Material estabilizado en sitio de colocación	Final de la jornada

Material o producto	Tipo de Aceptación (subsección)	Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencias de ensayos	Puntos de muestreo	Tiempo de reporte
		Control de cotas en relación con el diseño	-	Levantamiento topográfico	Sección transversal a cada 20 m	En sitio, durante la construcción por capas y cuando sea entregado como listo por el Contratista	24 horas después de terminado el trabajo, antes de colocar la siguiente capa de la estructura del pavimento
	Estadística (107.05)	Resistencia a la compresión inconfiada	I	ASTM D1633, método A ⁽¹⁾	1 ensayo por cada 400 m ³ o un ensayo diario ⁽²⁾	Material estabilizado en sitio de colocación	Previo a la estimación de pago

(1) La energía de compactación a aplicar será la suministrada por el mazo de 4,54 kg (Proctor modificado), de acuerdo con lo explicado en la subsección 302.03 (c) Metodología de diseño, apartado (1).

(2) Un ensayo consta de 3 especímenes.

Sección 303.) REACONDICIONAMIENTO DE LA CALZADA

303.01 Descripción.

Este trabajo consiste en el reacondicionamiento de las cunetas, espaldones, subrasante y superficies de agregados.

303.02 Materiales.

Deben estar conformes con la siguiente subsección:

Agua	725.01

Requerimientos de construcción

303.03 Reacondicionamiento de las cunetas, conformación de las cunetas.

Se debe remover todo el material desprendido, sedimentos, vegetación y otros desechos de las cunetas existentes y de las entradas y salidas de las alcantarillas. Se deben reconformar las cunetas y las entradas y salidas de las alcantarillas para lograr un drenaje efectivo y un ancho, profundidad y pendiente uniformes en la cuneta. Se debe desechar la basura de acuerdo con la Subsección 204.14.

303.04 Reacondicionamiento de los espaldones.

Se deben reparar las áreas blandas e inestables de acuerdo con la Subsección 204.07. Se debe remover todo material desprendido, vegetación y otros desechos de los espaldones existentes, incluyendo los espaldones de las áreas de parqueo, retornos y otros sobreanchos. Se deben reconformar los espaldones y desechar la basura de acuerdo con la Subsección 204.14.

303.05 Reacondicionamiento de la subrasante.

Se deben reparar las áreas blandas e inestables de acuerdo con la Subsección 204.07. Se debe remover todo material orgánico, deletéreo o con un tamaño mayor de 150 mm de los 150 mm superficiales de la subrasante. La disposición de los desechos se debe hacer de acuerdo con la Subsección 204.14. Se debe escarificar hasta una profundidad de 150 mm, y remover las irregularidades de la superficie y seguidamente perfilar para proveer una superficie uniforme. Se debe dar el acabado con una tolerancia de 15 mm para las superficies de tierra y de 30

mm para las superficies de roca con respecto al alineamiento, sección transversal y pendiente requeridas. La compactación se debe realizar de acuerdo con la Subsección 204.11.

303.06 Reacondicionamiento de la superficie de agregados.

Se deben reparar las áreas blandas e inestables en todo el espesor de la superficie de agregados de acuerdo con la Subsección 204.07. Se debe escarificar hasta la profundidad de la superficie de agregados o hasta una profundidad de 200 mm, la que sea menor, y se deben eliminar las irregularidades. Se debe perfilar, dar el acabado y compactar la superficie de agregados de acuerdo con la Sección 308.

303.07 Reacondicionamiento de la calzada.

Se debe llevar a cabo todo el trabajo aplicable descrito en las Subsecciones de la 303.03 a la 303.06.

303.08 Pulverización.

Se debe escarificar la superficie a la profundidad y ancho especificados. Se debe pulverizar el agregado hasta un tamaño igual a una y media veces el tamaño máximo del agregado o a 40 mm, el que sea mayor. Se debe mezclar, tender, compactar y dar el acabado de acuerdo con la Sección 301.

303.09 Aceptación.

Ver la Tabla 303-1 para los requisitos de muestreo y ensayo. Se evaluará el trabajo de reacondicionamiento de la calzada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

303.10 Medición.

Se deben medir para efectos de aceptación o pago, los materiales, insumos y actividades requeridos en esta Sección, de acuerdo con la Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimiento de recepción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

Se debe medir la conformación de las cunetas y de los espaldones por kilómetro o por metro lineal a lo largo de la línea centro de la calzada para cada lado de la carretera.

Se debe medir el reacondicionamiento de la subrasante, el reacondicionamiento de la superficie de agregados, el reacondicionamiento de la calzada y la pulverización, por kilómetro o por metro cuadrado. Se debe medir el área en metros cuadrados en una proyección horizontal. No se deben medir las áreas aisladas con superficies menores a 20 m².

Se deben medir los desechos de acuerdo con la Sección 204.

303.11 Pago.

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago listados en el programa de licitación de la Sección 303. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.303.01	Reacondicionamiento (descripción)	Kilómetro	(km)
CR.303.02	Reacondicionamiento (descripción)	Metro cuadrado	(m2)
CR.303.03	Reacondicionamiento, escarificación mm de espesor	— Kilómetro	(km)
CR.303.04	Reacondicionamiento, escarificación mm de espesor	— Metro cuadrado	(m2)

Sección 304.) ESTABILIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

304.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción de una capa de agregados estabilizados, ya sea acarreados o propios del sitio. Se estabiliza la capa de agregados incorporando cemento (cemento-agregados) o cenizas, cal y cemento (AFLC, por sus siglas en inglés)

La graduación de los agregados se designa como se muestra en la Tabla 703-6.

304.02 Materiales.

Deben estar conformes con las siguientes Subsecciones:

Agregados para capas de B y SB superficiales	703.05
Material de secado	703.13
Aditivos químicos (retardadores de fragua)	711.03
Emulsión asfáltica	702.03
Cenizas	725.04
Cemento Portland	701.01
Cal	725.03
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

304.03 Dosificación.

Se debe presentar el diseño de la mezcla 30 días antes de iniciar la producción.

- a) Mezclas de agregados y cemento. Se debe estimar el contenido medio de cemento requerido para obtener la máxima densidad de la mezcla, y seleccionar los contenidos de cemento por masa a 2 puntos porcentuales por encima y debajo del contenido medio de cemento estimado.

Para estos tres contenidos de cemento:

- (1) Se debe utilizar un mínimo de 4 puntos para determinar la densidad máxima y el contenido óptimo de humedad de las tres mezclas de acuerdo con AASHTO T 134.
- (2) Se debe determinar la pérdida en la masa de las tres mezclas de acuerdo con las normas AASHTO T 135 y AASHTO T 136.
- (3) Se debe determinar la resistencia a la compresión a los 7 días de las tres mezclas de acuerdo con la norma ASTM D 1633, método A.

Se debe diseñar y utilizar una mezcla que cumpla los requisitos de la Tabla 304-1.

Tabla 304-1
Parámetros de diseño de las mezclas de agregados y cemento

Material o propiedad	Requerimiento
Agregado	90 - 96 % (1)
Cemento Portland	4 - 10 % (1)
Pérdida de masa, AASHTO T 135 & T 136 (12 ciclos)	14 % máx.
A-1, A-2-4, A 2-5, & A-3	10 % máx.
A-2-6, A-27, A-4, & A-5	7 % máx.
A-6 y A-7	
Resistencia a la compresión confinada a los 7 días, norma ASTM D-1633, método A	2,8 MPa mín.

(1) Por masa de la mezcla total seca.

- b) Mezclas AFLC. Se debe determinar el contenido óptimo de cenizas, cal y cemento de acuerdo con la norma ASTM C 593, Sección 10, utilizando varias mezclas con diferentes contenidos de cenizas, cal y cemento. El valor de densidad pico en la curva de contenido de las cenizas, cal y cemento corresponde al contenido óptimo. Se debe determinar la proporción de cal, cemento y cenizas de acuerdo con la norma ASTM C 593, Secciones 10 y 11, utilizando mezclas con el contenido óptimo de cenizas, cal y cemento, pero modificando la proporción de cal, cemento y cenizas. Se debe utilizar un período de curado de 7 a 28 días a una temperatura de 36 °C a 40 °C. Se debe diseñar una mezcla que cumpla los requerimientos de la Tabla 304-2. Se debe utilizar una mezcla con un contenido de cenizas, cal y cemento que exceda el contenido óptimo de cenizas, cal y cemento en un 0,5 %.

Tabla 304-2
Parámetros de diseño de las mezclas AFLC

Material o propiedad	Requerimiento
Agregado	75 - 92 % (1)
Cenizas	6 - 20 % (1)
Cal y cemento Portland	2 - 5 % (1)
Resistencia a la compresión promedio, ASTM C 593	3,5 MPa mín.
Resistencia a la compresión simple, ASTM C 593	2,8 MPa mín.

(1) Por masa de la mezcla total seca.

- c) Fórmula de diseño de la mezcla de trabajo.
 - (1) Para cada fórmula de diseño de la mezcla de trabajo se debe presentar lo siguiente:
 - a) Fuente de cada componente
 - b) Resultados de los ensayos aplicables
 - c) Valores deseados:
 - 1. Para cada tamaño de tamiz especificado, según corresponda
 - 2. Para cada agente estabilizador
 - (2) Cuando el Contratante lo solicite, se debe entregar lo siguiente:
 - a) Una muestra de 90 kilogramos del agregado
 - b) Una muestra de 25 kilogramos de cenizas
 - c) Una mezcla de 10 kilogramos de cal
 - d) Una mezcla de 10 kilogramos de cemento Portland
 - e) Una muestra de 2 kilogramos del retardador de fraguado o de otros aditivos.
- Se debe entregar un nuevo diseño de mezcla si existe algún cambio en la fuente de un material.
- Se debe iniciar la producción únicamente después de que el diseño de mezcla ha sido aprobado.

304.04 General.

Deben almacenarse los agentes estabilizadores y los aditivos en recipientes cerrados e impermeables. No se debe construir la capa de agregados estabilizados cuando la capa subyacente esté saturada o cuando esté lloviendo.

No se deben iniciar las operaciones de aplicación o de mezclado si se espera que la temperatura en las siguientes 48 hrs sea menor de 4 °C.

- a) Capa de agregados acarreados. Se debe preparar la superficie subyacente de acuerdo con la Sección 204, Subsección 303.05 o la Subsección 303.06, según corresponda.
- b) Capa de agregados en sitio. Se debe reacondicionar el agregado de acuerdo con la Subsección 303.06. Se debe colocar el material escarificado en camellones o camas que son convenientes para aplicar los agentes estabilizadores.

304.05 Aplicación de los agentes de estabilización.

- a) Capa de agregados acarreados. Se debe equipar la mezcladora con dispositivos de dosificación o medición, para dosificar los componentes ya sea por masa o por volumen. Se debe mantener la precisión de las

cantidades de los agregados, aditivos químicos y agua (basadas en la masa total seca) dentro de las siguientes tolerancias:

Agregados	±2,0 % por masa
Cenizas	±1,5 % por masa
Cal y cemento	±0,5 % por masa
Retardador de fraguado u otro aditivo	±2,0 % por masa
Agua	±2,0 % por masa

En las mezclas de agregados y cemento, se puede utilizar un retardador de fragua para demorar el fraguado inicial por un período máximo de 2 hrs. Se debe disolver el retardador en agua y después incorporarlo uniformemente en la mezcla.

- b) Capa de agregados en sitio. Se debe emplear un contenido de humedad de los agregados al menos un 3% por debajo del contenido de humedad óptimo. No se deben aplicar los agentes estabilizadores cuando las condiciones permitan una pérdida excesiva por efecto del agua o por el viento. Se deben aplicar los agentes estabilizadores en las proporciones requeridas mediante alguno de los siguientes métodos:
1. Método seco. Se deben aplicar los agentes estabilizadores de manera uniforme con un esparcidor aprobado. El agua se debe aplicar utilizando métodos aprobados para obtener el contenido de humedad óptimo para realizar la mezcla y la compactación.
 2. Lechadas. Se mezclan los agentes estabilizadores con agua y se aplican como una suspensión diluida en agua o lechada utilizando camiones con distribuidores aprobados o mezcladores rotatorios. El equipo distribuidor y mezclador rotatorio debe estar provisto de un agitador que mantenga los agentes estabilizadores en suspensión en el agua. Se realizarán pasadas sucesivas sobre el material hasta obtener la humedad y el contenido óptimo de los agentes estabilizadores para realizar la mezcla y compactación.

304.06 Mezcla.

Se debe mezclar con un equipo aprobado por la Administración hasta que todos los aditivos estén distribuidos uniformemente en el agregado para obtener una mezcla homogénea. Cuando se utilice una planta mezcladora central, se deberá transportar la mezcla en vehículos que mantengan el contenido de humedad y eviten la segregación y la pérdida del material fino.

- a) Mezclas de cemento y agregados. Se debe agregar el agua y mezclar completamente hasta alcanzar el contenido de humedad de la mezcla

determinado en el diseño y aprobado por el Contratante. Se debe completar la mezcla dentro de las 2 hrs posteriores a la aplicación del cemento.

- b) Mezclas AFLC. Se debe añadir el agua y mezclar completamente hasta obtener el contenido de humedad óptimo de mezcla, considerando además cualquier humedad de hidratación necesaria determinada en el diseño de mezcla y aprobada por el Contratante. Se debe completar la mezcla en las 6 horas posteriores a la aplicación del aditivo. Se debe curar la mezcla durante un período de 2 a 4 días manteniéndola húmeda.

304.07 Colocación, compactación y acabado.

Mientras se coloca y se extiende la mezcla, se debe mantener el contenido de humedad dentro de un rango de 2 % con respecto al contenido de humedad óptimo. No se deben dejar las mezclas de cemento y de agregados sin compactar por más de 30 minutos y se debe completar la compactación y el acabado en un período menor a una hora desde el momento en que se añadió el agua. Se permite un período más largo si se utiliza un aditivo retardador. Se debe compactar la mezcla hasta obtener una densidad no menor del 95 % del máximo posible. Se debe determinar la densidad en sitio y el contenido de humedad de acuerdo con la norma AASHTO T 310 u otros procedimientos de ensayo aprobados.

Se debe dar el acabado de acuerdo con la Subsección 301.06 para obtener una superficie lisa, densa y libre de planos de laminación, ondulaciones o material suelto.

304.08 Juntas de construcción.

Para las mezclas AFCL se debe vincular el trabajo de cada día con el trabajo realizado el día anterior mezclando nuevamente aproximadamente 0,5 m de la capa completada antes de elaborar secciones adicionales. Se debe agregar el 50 % de la cantidad original de cal o de cenizas al material remezclado.

Para las mezclas de cemento y agregados, o cuando las mezclas AFCL permanecen intactas por más de 24hrs, se debe hacer una junta transversal haciendo un corte dentro de la zona terminada para formar una cara aproximadamente vertical.

304.09 Curado.

No se debe permitir el paso del tráfico sobre la capa de agregados estabilizados.

Se debe aplicar agua a presión a través de una barra rociadora equipada con boquillas que producen una aspersión fina y uniforme. Se debe mantener la capa terminada continuamente húmeda hasta que se coloque la siguiente capa.

Se debe colocar y compactar la siguiente capa en los 7 días siguientes al acabado de la capa estabilizada. Se puede retrasar la colocación de la capa siguiente hasta 21 días sellando la superficie con un asfalto emulsificado de fraguado rápido o un asfalto rebajado. Se debe aplicar asfalto emulsificado CRS-2 o asfalto rebajado. RS-2, a una razón de 1,1 litros por metro cuadrado conforme a la Sección 411.

Se debe proporcionar una película uniforme sobre la superficie. Se debe proporcionar y aplicar material de secado de acuerdo con la Sección 703.13.

Si los agregados estabilizados pierden la estabilidad, la densidad o el acabado, se debe procesar nuevamente, recompactar y agregar aditivos según se requiera para restablecer la resistencia del material dañado. Se debe aplicar nuevamente el sello de asfalto cuando se haya dañado la película.

304.10 Aceptación.

Ver la Tabla 304-3 para los requerimientos de muestreo y ensayo.

El material para secado, los aditivos químicos, las cenizas, la cal, el cemento hidráulico y el agua se evaluarán de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03. La emulsión asfáltica se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.03 y 702.10.

La graduación de los nuevos agregados acarreados se evaluará de acuerdo con la Subsección 301.08 (a).

Las capas de agregados acarreados y de agregados in situ estabilizadas se evaluarán según las Subsecciones 107.02 y 107.04.

El reacondicionamiento de la capa cuando se utilice el agregado in situ se evaluará según la Sección 303.

La preparación de la superficie sobre la cual se coloca la capa tratada de agregados acarreados se evaluará de acuerdo con las Secciones 204 o 303.

La emulsión asfáltica se evaluará de acuerdo con la Sección 702.03.

El material de secado se evaluará de acuerdo con la Sección 703.13.

304.11 Medición.

Se deben medir para efectos de aceptación o pago, los materiales, insumos y actividades requeridos en esta Sección, de acuerdo con la Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimiento de recepción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

Se debe medir por metro cuadrado la proyección horizontal incluyendo el ancho y las ampliaciones consideradas en el diseño. Se debe medir la proyección horizontal a lo largo de la línea centro de la carretera.

Se hará la medición de la emulsión asfáltica de acuerdo con la Subsección 702.03.

Se medirá el material de secado (blotter) de acuerdo con la Subsección 703.13.

304.12 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas según la 110.02 Unidades de medición y definiciones, se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida ajustado para los ítems de pago listados en la Sección 304. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.304.01	Estabilización de agregados	Metro cuadrado	(m2)
CR.304.02	Estabilización de agregados	Metro cúbico	(m3)
CR.304.03	Cal	Tonelada métrica	(T)
CR.304.04	Cemento	Tonelada métrica	(T)
CR.304.05	Cenizas	Tonelada métrica	(T)

Tabla 304-3
Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de reporte
Mezclas de agregado y cemento								
Dosificación (304.03)	Medición y ensayo de aceptación (107.04)	Humedad-Densidad	---	Cemento AASHTO T134 (mínimo 4 puntos)	1 por cada mezcla o cambio en los ensayos	Material procesado antes de incorporar se en el trabajo	Sí, cuando se solicite	Antes de utilizarlo en el trabajo
Agregado, cenizas, cal y cemento (AFLC)								
Dosificación (304.03)	Medición y ensayo de aceptación (107.04)	Humedad-Densidad	---	AFLC ASTM C 593 Secciones 10 & 11 (mínimo 4 puntos)	1 por cada mezcla o cambio en los ensayos	Material procesado antes de incorporar se en el trabajo	Sí, cuando se solicite	Antes de utilizarlo en el trabajo
Agregados acarreados de tajo								
Agregados (703.05)	Estadística (107.05)	Graduación		AASHTO T 27 & T 11	1 por 1000 Tm	Agregados estabilizados antes de la estabilización	Sí, cuando se solicite	4 horas
		9,5 mm	I					
		4,75 mm	I					
		75 µm	I					
		Otros tamices especificados	II					
	Medición y ensayo de	Límite líquido	---	AASHTO T 89	1 por 3000 Tm	Agregados	---	4 horas

aceptación (107.04)					estabilizad os antes de la estabilizac ión				
Agregados estabilizados									
Mezcla (304)	Medición ensayo aceptación (107.04)	y de	Densidad in situ y contenido de humedad	---	AASHTO T 310 u otros procedimientos aprobados	1 por 500 Tm o 2500 m2	Material compacta do	---	Final de la jornada

Sección 305.) MEZCLA DE TIERRA VEGETAL Y AGREGADO PARA RECUBRIMIENTO

305.01 Descripción.

Este trabajo consiste en suministrar y colocar una mezcla de agregados, suelo vegetal y semillas sobre un espaldón preparado, taludes o sobre otra superficie.

305.02 Materiales.

Deben cumplir con las siguientes Subsecciones:

Agregados para recubrimiento de suelo	703.14
Semillas	713.04
Suelo vegetal	713.01
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

305.03 Preparación de la superficie.

Se debe terminar el pavimento adyacente antes de colocar una mezcla de agregados y suelo vegetal sobre el espaldón. Se debe escarificar el área donde se va a colocar la mezcla hasta una profundidad de 75 mm. Se deben reducir todos los terrones y hierbas a un tamaño máximo de 100 mm.

305.04 Mezcla, colocación y compactación.

Se debe proporcionar por volumen una mezcla de 50 ± 10 por ciento de agregados y 50 ± 10 por ciento de suelo vegetal con suficiente agua para su compactación.

Se deben mezclar los componentes hasta formar una mezcla uniforme. Se debe extender la mezcla sobre la superficie preparada en una capa uniforme. La mezcla debe conformarse al alineamiento, pendiente y sección transversal. Se deben remover todos los terrones y piedras con un diámetro mayor a 50 milímetros.

Antes de compactar, se deben esparcir las semillas secas en la superficie de la mezcla a razón de 85 kilogramos por hectárea de acuerdo con la Sección 625.

Se debe compactar uniformemente la mezcla de forma que no muestre levantamientos, bombeo, surcos ó zonas débiles. Después de alcanzar la compactación deseada según corresponda, se deben esparcir nuevamente las semillas secas a razón de 85 kilogramos por hectárea.

305.05 Aceptación.

Ver la Tabla 305-1 para los requisitos de muestreo y ensayo.

Se evaluarán los agregados para la mezcla de agregados y suelo vegetal de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04. Las semillas y el suelo vegetal se evaluarán según las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La construcción de la capa de agregado y suelo vegetal se evaluará de acuerdo con la Subsección 107.02.

305.06 Medición.

Se deben medir para efectos de aceptación o pago, los materiales, insumos y actividades requeridos en esta Sección, de acuerdo con la Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimiento de recepción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

Se medirá la capa de agregados y suelo vegetal por metro cúbico colocado y compactado en su posición final.

Se medirá la capa de agregados y suelo vegetal por metro cúbico en el vehículo de acarreo.

305.07 Pago.

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 305 listados en el cartel de la licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.305.01	Capa de agregado - suelo vegetal	Tonelada métrica	(T)
CR.305.02	Capa de agregado - suelo vegetal	Metro cuadrado	(m2)
CR.305.03	Capa de agregado - suelo vegetal	Metro cúbico	(m3)

Tabla 303-1
Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (Subsección)	Caract.	Categ.	Especif. de los métodos de ensayo	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de reporte
Agregados Suelo vegetal	Medida y ensayada para	Humedad-Densidad	---	AASHTO T 99 Método C (1)	1 por mezcla de suelo	Subrasante	---	36 horas
	comprobar conformidad (107.04)	Compactación	---	AASHTO T 310 u otros procedimientos aprobados	1 por 3500 m ²	Material procesado antes de incorporarse en el trabajo	---	24 horas

(1) Mínimo 5 puntos por proctor

Sección 306.) ESTABILIZADOR DE POLVO

306.01 Descripción.

Este trabajo consiste en el suministro y la colocación de una o más aplicaciones de un estabilizador de polvo sobre una superficie preparada.

306.02 Materiales.

Deben estar conformes con las siguientes Subsecciones:

Material de secado	703.13
Cloruro de calcio	725.02
Virutas de cloruro de calcio	725.02
Emulsión asfáltica	702.03
Revestimiento sulfonado	725.20
Cloruro de magnesio	725.02
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

306.03 General.

Se debe utilizar un equipo de distribución conforme con la Subsección 411.04, con la excepción de que no serán exigidos los dispositivos de calentamiento. Se debe equipar el distribuidor con una manguera y boquilla para las áreas que no son accesibles con el distribuidor y para retocar el trabajo en áreas que hayan quedado deficientes. No se debe aplicar un estabilizador de polvo cuando hay neblina o cuando se espera que llueva dentro de las 24 horas siguientes a la aplicación. No se deben aplicar las disoluciones de los cloruros, emulsión asfáltica o lignosulfonato cuando el terreno está húmedo.

Se deben proteger las superficies de las estructuras y de los árboles para evitar las salpicaduras o daños durante la aplicación. Si es necesario se deben realizar varias aplicaciones con una tasa de aplicación reducida para evitar el escurrimiento de la solución. No se debe descargar estabilizador de polvo en los cauces.

306.04 Preparación y aplicación.

Se debe preparar la subrasante mediante perfilado y conformación hasta dejar de 25 a 50 milímetros de material relativamente suelto sobre la superficie.

- a) Emulsión asfáltica. Cuando se utiliza una emulsión asfáltica de fraguado lento se debe diluir en agua hasta que la emulsión contenga de 20 a 30 por ciento de asfalto residual. El Contratante debe aprobar la proporción exacta. Se debe mezclar perfectamente la emulsión asfáltica con el agua adicionada. Se debe aplicar en conformidad con la Subsección 411.08 cuando la temperatura ambiente es igual o mayor a 4 °C.
- b) Sulfato de Lignina, cloruro de calcio o cloruro de magnesio. Se debe rociar con agua el material suelto de manera que quede visiblemente húmedo.

Cuando se utiliza sulfato de lignina, se debe diluir en agua hasta que la mezcla tenga una concentración mínima del 48 por ciento. Si se emplea una disolución de cloruro de calcio, se debe proporcionar una concentración mínima del 36 por ciento. Cuando se utilice una solución de cloruro de magnesio, se debe proveer una concentración mínima del 28 por ciento. Cuando se utilicen virutas de cloruro de calcio, se deben suministrar virutas con un porcentaje de pureza mínimo de 77 por ciento.

Se deben mezclar perfectamente los componentes. La aplicación se debe hacer cuando la temperatura ambiente es mayor o igual a 4 °C. Las soluciones se deben aplicar a razón de 1,4 a 2,7 litros por metro cuadrado, según se haya aprobado. Las virutas de cloruro se deben aplicar en una proporción de 0,5 a 1,1 kilogramos por metro cuadrado de acuerdo con lo aprobado.

Se debe colocar el estabilizador de polvo uniformemente en toda la capa, se debe humedecer según se requiera y compactar la superficie.

306.05 Mantenimiento y apertura al tráfico.

No se debe permitir el paso del tráfico sobre la superficie tratada hasta que el estabilizador de polvo haya penetrado y se haya curado suficiente para evitar el levantamiento excesivo por el tráfico. Si se requiere permitir el tráfico antes de este tiempo, se debe aplicar un material de secado según sea necesario y aprobado por el Contratante.

306.06 Aceptación.

El material estabilizador del polvo (emulsión asfáltica, sulfato de lignina, cloruro de calcio, virutas de cloruro de calcio y cloruro de magnesio) se evaluará de acuerdo con la Subsección 107.03. Se debe entregar un certificado comercial para cada envío que incluya: la fecha, el número de identificación (camión o remolque), masa neta y marca. Para los estabilizadores de polvo líquidos que

no son derivados del petróleo se debe presentar también el volumen neto y la gravedad específica a 15 °C, el porcentaje de sólidos por masa y el pH. Para los estabilizadores de polvo sólidos se debe presentar también la concentración del producto.

Se evaluará la aplicación del estabilizador de polvo según las Subsecciones 107.02 y 107.04.

306.07 Medición.

Se deben medir para efectos de aceptación o pago, los materiales, insumos y actividades requeridos en esta Sección, de acuerdo con la Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimiento de recepción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

306.08 Pago.

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 306 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.306.01	Aplicación de paliativo de polvo	Kilómetro	(km)
CR.306.02	Aplicación de paliativo de polvo	Metro cuadrado	(m ²)
CR.306.03	Emulsión asfáltica Grado ____	Tonelada métrica	(T)
CR.306.04	Sulfato de lignina	Tonelada métrica	(T)
CR.306.05	Cloruro de calcio	Tonelada métrica	(T)
CR.306.06	Cloruro de magnesio	Tonelada métrica	(T)

Sección 309.) BASE TRATADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA

309.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción de una base tratada con emulsión asfáltica sobre una superficie preparada y procesada de acuerdo con estas especificaciones.

Se establece la graduación de los agregados de la base como se muestra en la Tabla 703-6.

309.02 Materiales.

Deben estar conformes a las siguientes Subsecciones:

Agregados para la capa de base	703.05
Emulsión asfáltica	702.03
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

309.03 General.

Se debe preparar la superficie sobre la que se colocará la base de agregados tratados de acuerdo con las Secciones 204 ó 303, según corresponda.

Después de que se ha producido una cantidad representativa de agregados, se deben presentar al Contratante los rangos de granulometría requeridos para los tamaños de malla apropiados, presentados en la Tabla 703-6, junto con una muestra representativa de 150 kilogramos, por lo menos 14 días antes de utilizar el agregado en el trabajo.

309.04 Mezcla y tendido.

Se debe utilizar una planta estacionaria de mezcla con equipo de pesaje, o medición volumétrica u otro equipo de medición capaz de controlar de manera precisa el material que ingresa en la mezcladora. Se deben vincular los controles de entrada de los agregados con los controles de ingreso de la emulsión asfáltica y el agua para asegurar una introducción uniforme del material dentro de la mezcladora. Se debe determinar el contenido óptimo de humedad de la mezcla según la norma AASHTO T 180, método D.

Se deben introducir los agregados y el agua al mezclador antes que la emulsión asfáltica. Se debe adicionar un 1 % de emulsión asfáltica por masa del agregado.

Se debe ajustar el contenido total de líquidos (emulsión asfáltica y agua) de forma que en el momento de la compactación el contenido total de líquido no varíe en más de un 2 por ciento del contenido óptimo de humedad. Se debe mezclar hasta que todas las partículas estén recubiertas uniformemente.

Inmediatamente después de mezclar, se debe extender la mezcla sobre la superficie preparada en una capa uniforme. Se debe ajustar la mezcla al alineamiento, a la pendiente y a la sección transversal requerida. Se debe conducir el equipo de acarreo de manera uniforme sobre todo el ancho de la superficie para minimizar la formación de surcos, grietas o de una compactación irregular.

309.05 Compactación.

Se debe determinar la densidad máxima de acuerdo con la norma AASHTO T 180, método D.

Se debe compactar todo el ancho. La compactación se debe comenzar en los bordes y avanzar hacia el centro, de forma paralela a la línea centro de la carretera. A lo largo de los bordillos, cabezales, muros y demás zonas que no son accesibles con el compactado de rodillo, se debe compactar el material con máquinas apisonadoras o compactadores aprobados.

Se debe compactar cada capa hasta obtener una densidad igual o mayor al 95 % de la densidad máxima. Se debe determinar la densidad en campo y el contenido de humedad según la norma AASHTO T 310 u otros procedimientos de ensayo aprobados.

309.06 Tolerancia superficial.

El acabado de la superficie debe quedar de acuerdo a la Subsección 301.06.

309.07 Mantenimiento.

Se debe mantener el alineamiento correcto de la capa de agregados, la pendiente y la sección transversal nivelando, agregando agua, compactando con rodillo o cualquier combinación de lo anterior, hasta que se coloque la siguiente capa. Se deben corregir los defectos de acuerdo con la Subsección 301.06.

309.08 Aceptación.

Los requerimientos de pruebas y muestreo mínimo, para evaluar las características de calidad se muestran en la Tabla 309-1.

Se evaluará la emulsión asfáltica de acuerdo con las Subsecciones 107.03 y 702.09.

La graduación de los agregados se evaluará de acuerdo con la Subsección 107.05. Los límites de especificación superior e inferior de la graduación de los agregados, corresponden a los valores límites de aceptación, más o menos las tolerancias permisibles mostradas en la Tabla 703-6. Ver la Tabla 309-1 para las categorías de las características de calidad de aceptación. Las demás propiedades de calidad de los agregados se evaluarán de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Se evaluará la construcción de la base de agregados tratados con emulsión asfáltica de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04 por parte del Contratante.

La preparación de la superficie sobre la cual se coloca la base de agregados tratados se evaluará visualmente y de acuerdo con la Sección 204 ó 303, según corresponda por parte del Contratante.

309.09 Medición.

Se deben medir para efectos de aceptación o pago, los materiales, insumos y actividades requeridos en esta Sección, acuerdo con la Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimiento de recepción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

Se deben medir la base tratada por metro cúbico colocado en su posición final (conformado, compactado y acabado) con medición topográfica.

En el caso de colocar una base para un determinado espesor, se debe medir el ancho de la superficie de forma horizontal para incluir el ancho de la superficie de agregado, incluyendo las ampliaciones consideradas en el diseño. Se debe medir la longitud de la superficie a lo largo de la línea centro de la carretera.

Se debe medir la emulsión asfáltica en litros.

309.10 Pago.

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 309 listados en el cartel de licitación, a excepción de la base de agregados estabilizados con emulsión asfáltica, cuyo precio se ajustará de acuerdo con la Subsección 107.05. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.309.01	Base de agregados tratados con emulsión asfáltica, graduación ____	Tonelada métrica	(T)
CR.309.02	Base de agregados tratados con emulsión asfáltica, graduación _____, _____mm de espesor	Metro cuadrado	(m ²)
CR.309.03	Base de agregados tratados con emulsión asfáltica, graduación ____	Metro cúbico	(m ³)
CR.309.04	Emulsión asfáltica, tipo____	Litro	(L)

SECCION 312.) LASTRADO (Capa de rodadura)

312.01 Descripción del Trabajo a Ejecutar.

La actividad de “lastrado” consiste en la reposición como superficie de rodadura del material perdido por desgaste, erosión etc., por un determinado volumen de material de préstamo aprobado, colocado en espesores de capa definidos por el Ingeniero, para recuperar el nivel de rasante y la sección transversal original de la carretera; esta actividad incluye la adquisición, corte, carga, acarreo, escarificación, colocación, conformación, afinamiento y compactación del material de acuerdo a la sección típica definida y a estas especificaciones.

312.02 Materiales Necesarios para Realizar la Obra.

Los materiales incorporados en la obra consisten básicamente en agua y materiales pétreos o granulares, de características uniformes, libres de terrones de arcilla, materia orgánica u otros elementos indeseables, obtenidos en bancos de por el Ingeniero previo a la ejecución de los ensayos que sustenten el cumplimiento de las especificaciones de calidad aquí definidas.

El material selecto a utilizar deberá reunir las siguientes especificaciones de calidad; Granulometría Tamaño máximo 7 cm.

Tamiz (mm)	Porcentaje que pasa
Nº 4	30 - 70
Nº 200	10 - 15

Límites de Consistencia.

La fracción del material que pasa por el tamiz No. 40, debe tener un índice de Plasticidad entre 6 y 12, determinado de acuerdo con las Normas AASTHO T-90 y un límite Líquido menor que 35, de acuerdo con AASTHO T-89 y un C.B.R. mayor que 20 (AASTHO T-193); además el material deberá tener un peso unitario volumétrico mayor de 1,200 kg/m³.

Prueba de Desgaste.

El material al ser sometido al ensayo de abrasión en la prueba de Los Ángeles, deberá presentar un desgaste menor del 50% (AASTHO T-96).

La explotación de los Bancos de Préstamo para la obtención del material deberá hacerse de fuentes aprobados por la Supervisión. La aprobación de la explotación de un banco de préstamo podría ser suspendida si durante esta surgiese un material de características distintas al originalmente aprobado. Los procedimientos, equipos de explotación y el

sistema de almacenamiento; deben permitir el suministro de un producto de características uniformes. Si el Contratista no cumple con éstos requisitos, el Ingeniero podrá exigir los cambios que considere necesarios. La separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado, se debe efectuar preferentemente en el sitio de explotación. Cuando el material de un Banco de Préstamo no reúna el total de las características especificadas, el Ingeniero podrá autorizar la combinación de 2 o más bancos para lograr las mismas.

Previo a la explotación de la fuente de suministro, el Contratista deberá limpiar el Banco de Préstamo y después de su explotación, deberá garantizar el buen drenaje del área explotada, evitando el estancamiento del agua en el sitio del Banco. Los materiales que no sean utilizados, tales como materia vegetal o desperdicios de la clasificación, deberán ser acumulados en sitios apropiados, en los cuales no queden expuestos al transporte y posterior asentamiento en zonas que puedan provocar problemas de drenaje o de cualquier otra naturaleza al camino.

312.03 Procedimiento de Ejecución del Trabajo.

Durante la ejecución de esta actividad, el Contratista deberá proveer la señalización del tipo preventivo y regulatoria necesaria para brindar seguridad a los usuarios. La cantidad de señales estarán en función de los frentes de trabajo desplegados diariamente a lo largo de la vía y las características de las mismas deberán corresponder a las indicadas en las especificaciones de señalamiento correspondientes, cualquier accidente ocurrido en la vía o problema derivado de la falta o insuficiencia del señalamiento será responsabilidad exclusiva del Contratista.

El trabajo deberá iniciarse con la conformación de las cunetas, labor en la cual se les deberá proporcionar la sección y forma original, continuando con la escarificación, humedecimiento, conformación y compactación de la superficie sobre la cual se colocará el espesor de material selecto, en aquellos tramos en donde por la condición de dureza del terreno no permita escarificar previamente la subrasante, se deberá incorporar sobre ellas el material de lastre en los espesores ordenados por el Ingeniero. Este trabajo deberá ejecutarse en todo el ancho de la sección indicada en los planos o el señalado por el Ingeniero y en general deberá seguirse todos los lineamientos señalados para el procedimiento de ejecución del trabajo de la actividad.

312.04 Conformación de Superficies no Pavimentadas.

El material selecto a utilizar deberá ser colocado esparciéndolo sobre la superficie previamente acondicionada, en el caso de que sea necesario la mezcla de dos o mas materiales provenientes de diferentes bancos se procederá con las motoniveladoras a formar camellones de material de lastre a lo largo del tramo debiendo mezclar los materiales pasándolos de un lado a otro de la superficie de rodadura del camino, hasta que el material mezclado sea homogéneo.

Este material será extendido mediante el uso de motoniveladoras u otros equipos, capaces de esparcir el material de acuerdo a los requerimientos de pendiente y coronamiento, con los espesores y anchos especificados eliminando en este momento todas las partículas de tamaño mayor al especificado y sin permitir la segregación del mismo, durante este proceso se deberá humedecer el material hasta proporcionarle la humedad óptima de compactación.

La compactación deberá ser realizada utilizando el equipo que proporcione la energía de compactación necesaria que asegure la obtención del cien por ciento (100 %) de la densidad medida mediante el ensayo AASHTO T-180 (Proctor Modificado).

La compactación deberá comenzar en los bordes, avanzando hacia el centro de la carretera y deberá continuar hasta que toda la capa quede compactada en todo su ancho y espesor, con la densidad señalada anteriormente.

Durante el proceso y hasta completar la superficie de rodadura, se deberá mantener la superficie de la carretera libre de estancamiento de agua. Cuando por razones imputables al Contratista, se le causen deformaciones indebidas a la superficie de rodadura, esta se deberá reparar de manera satisfactoria por cuenta del Contratista.

Las labores involucradas en la ejecución de esta actividad se deberán hacer sin causar daño a los muros de los cabezales de entrada o de salida así como a la tubería de la alcantarilla o cualquier elemento presente y de carácter necesario para el adecuado funcionamiento de la estructura, de producirse algún daño a estos elementos su reparación será ejecutada por cuenta del Contratista.

312.05 Medición de Obra y Forma de Pago.

Esta actividad se medirá en metros cúbicos (m³) de material selecto colocado en la obra después de su compactación y se calculará multiplicando la longitud construida por el área de la sección del material colocada.

Este material será pagado al precio Unitario de Contrato por metro cúbico de material colocado y compactado, pago que constituirá plena compensación por la preparación de la superficie a tratar, adquirir, cortar, cargar, transportar, colocar, mezclar, humedecer, conformar, afinar y compactar el material selecto y por toda la mano de obra, equipo, herramientas señalamiento y demás imprevistos necesarios para completar éste concepto, tal como se especifica en ésta especificación. No se reconocerá pago alguno por la obtención de los derechos de explotación, limpieza, chapeo y destronque de los Bancos de Préstamo de donde se obtenga el material, así como por la construcción y/o mejoramiento de los caminos de acceso a dichos bancos.

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.312.01 Material de lastre	Metro cúbico (m ³)

Sección 401.) DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA POR EL MÉTODO MARSHALL

401.01 Descripción

En este apartado se presentan las especificaciones para el diseño de una mezcla asfáltica utilizando el Método Marshall.

401.02 Materiales

Los materiales deberán estar conformes a las siguientes secciones:

Agregados para mezcla asfáltica	703.07
Relleno mineral	725.05
Asfalto	702.01
Asfalto Modificado	702.02
Aditivos	702.09

Las granulometrías deberán ser seleccionadas de acuerdo con el uso de la mezcla que se menciona en la Tabla 401-1 Tipos de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo con su uso y a las especificaciones mencionadas en la subsección 703.07 Agregados para la mezcla asfáltica, para cada tipo de granulometría.

401.03 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall

El diseño Marshall se aplicará para las mezclas asfálticas indicadas en la Tabla 401-1 a continuación.

Tabla 401-1
Tipos de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo con su uso

Designación	Aplicación por tipo de capa asfáltica	Aplicación por niveles de ESAL's
Mezcla A	Mezcla asfáltica en caliente exclusiva para bacheo para rutas donde la superficie existente consiste en algún tipo de tratamiento superficial, incluyendo lechadas asfálticas	Hasta 10 millones ESAL's (mediano volumen de tránsito)
Mezcla B	Mezcla asfáltica en caliente para capas o sobrecapas asfálticas y bacheo en rutas de mediano volumen de tránsito donde la superficie	Hasta 10 millones ESAL's (mediano volumen de tránsito)

	existente consiste en mezcla asfáltica	
Mezcla C*	Capas asfálticas intermedias (alto desempeño)	Más de 10 millones ESAL's (alto volumen de tránsito)
Mezcla D*	Capas asfálticas de rodadura (alto desempeño)	Más de 10 millones ESAL's (alto volumen de tránsito)

*Mezclas asfálticas de alto desempeño.

Nota: por el tipo de función que cumplen las mezclas designadas como C y D, se recomienda su uso en capas con un espesor mínimo de 7,5 cm.

El diseño Marshall busca determinar el contenido de ligante asfáltico óptimo para una combinación determinada de agregados y ligante asfáltico, por medio de la elaboración de especímenes de prueba estándar de aproximadamente 64 mm de alto y 102 mm de diámetro.

La preparación y ensayo de los especímenes de diseño de mezcla se debe hacer de acuerdo con el método INTE 04-01-10.

Si se utiliza aditivo para mejorar el desempeño de la mezcla asfáltica se deberá cumplir con lo siguiente:

Cuando se busque con el aditivo, mejorar el desempeño de la mezcla, el asfalto modificado debe clasificarse de acuerdo con el Grado de Desempeño establecido en la Tabla 702-03 Especificaciones para asfaltos clasificados por Grado de Desempeño, además deberá cumplir con los requisitos especificados en la Tabla 702-04 Especificaciones para el asfalto modificado, o según lo requerido por la Administración. Se debe demostrar la necesidad del uso del aditivo, mediante ensayos de laboratorio en los que se refleje que los requisitos establecidos en la Tabla 702-03 Especificaciones para asfaltos clasificados por Grado de Desempeño, sólo pueden ser alcanzados mediante el uso de dicho material. De no ser el caso, el aditivo no podrá ser incluido en los rubros de pago.

La temperatura de mezclado en planta para la preparación de mezcla asfáltica con asfalto modificado no debe exceder 165 °C. La temperatura de mezclado y compactación debe cumplir con la especificación del fabricante.

Parámetros volumétricos de diseño Marshall.

Las propiedades volumétricas de la mezcla para encontrar el contenido de asfalto óptimo deben cumplir los parámetros establecidos en las Tablas 401-01 Requisitos para el diseño de la mezcla asfáltica utilizando el método Marshall y 401-02 Porcentajes mínimos de Vacíos en el Agregado Mineral (VMA). El flujo y estabilidad Marshall se tienen que medir de acuerdo con el método INTE 04-01-11.

Tabla 401-01

Requisitos para el diseño de la mezcla asfáltica utilizando el método Marshall

Criterios para diseño de mezcla asfáltica Método Marshall		Clasificación del tránsito ¹					
		Tránsito Pesado		Tránsito Medio		Tránsito Liviano	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Número de golpes en cada cara para compactar el espécimen de ensayo		75		50		35	
Porcentaje de vacíos	%	3,0	5,0	3,0	5,0	3,0	5,0
Porcentaje de Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	Ver Tabla 401-02					
Porcentaje de Vacíos llenos de Asfalto (VFA)	%	65	75	65	78	70	80
b) Relación polvo - asfalto (P/A)							
Relación polvo - asfalto (P/A)	%	0,6	1,3	0,8	1,6	-	-
¹ Clasificaciones del tránsito Liviano: Condiciones que resultan en un ESAL de diseño (millones): <0,3 Mediano: Condiciones que resultan en un ESAL de diseño (millones): entre 0,3 y 10 Pesado: Condiciones que resultan en un ESAL de diseño (millones): >10 hasta 30							

Nota: Los parámetros volumétricos se deben calcular según lo establecido en el Método de Diseño de Mezcla para Concreto Asfáltico y Otros Tipos de Mezcla en Caliente (MS-2), Instituto del Asfalto.

Tabla 401-02

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
¹ Especificación Normal para Tamaños de Tamices usados en Pruebas, ASTM E 11(AASHTO M 92) ² El tamaño máximo nominal de partícula es un tamaño más grande que el primer tamiz que retiene más de 10 por ciento del material. ³ Interpole el VMA mínimo para los valores de vacíos de diseño que se encuentren entre los que están citados.				

Fuente: Método de Diseño de Mezcla para Concreto Asfáltico y Otros Tipos de Mezcla en Caliente (MS-2), Instituto del Asfalto.

- a. **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.
- b. **Requisitos de desempeño y aceptación de diseño.** En la Tabla 401-3 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.

Tabla 401-3
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 período 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 $(7,0 \pm 1,0) \%$, en especímenes de 150 ± 3 mm ($6 \pm 0,1$ pulgadas) de diámetro. Los especímenes a ensayar deben tener una altura de 95 ± 5 mm.

(2) Se aplicará una carga de compactación que produzca vacíos de aire de los especímenes de ensayo de $(7,0 \pm 1,0) \%$. 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 ($4 \text{ horas} \pm 5 \text{ minutos}$ a $135 \pm 3^\circ\text{C}$), 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 $(7,0 \pm 1,0) \%$. 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.

401.04 Verificación del diseño de mezcla

La Administración debe revisar el diseño de mezcla suministrado por el Contratista y realizar una verificación del mismo reproduciendo el diseño de mezcla. Si la verificación es realizada, la información suministrada por el Contratista deberá coincidir con los resultados de los ensayos de verificación con las tolerancias establecidas en la tabla 401-04.

Tabla 401-04.
Tolerancias aceptables entre fórmula de trabajo y la verificación

Descripción	Método de ensayo	Diferencias aceptables entre el Contratista y el Contratante
% retenido individual de los tamices gruesos a partir del tamiz de 2,36 mm (N° 8)	AASHTO T 308 AASHTO T 30	$\pm 3,0$
% retenido individual de los tamices más pequeños que el tamiz de 2,36 mm (N° 8) y más grandes que el tamiz de 0,075 mm (N° 200)	AASHTO T 308 AASHTO T 30	$\pm 3,0$
% pasando el tamiz de 0,075 mm (N° 200)	AASHTO T 308 AASHTO T 30	$\pm 1,0$
Contenido de asfalto, %	AASHTO T 308	$\pm 0,5$
Contenido de vacíos de especímenes moldeados en el laboratorio, (%)	AASHTO T 269	$\pm 1,0$
Estabilidad	AASHTO T 245	Mayor al valor especificado
Flujo	AASHTO T 245	De acuerdo con el valor especificado
Vacíos en el agregado mineral VMA, %	AASHTO M 323	Mayor al valor especificado
Vacíos llenos con asfalto VFA, %	AASHTO M 323	$\pm 1,0$
Relación polvo/asfalto, %	AASHTO M 323	$\pm 0,3$
Resistencia a la tensión diametral especímenes secos	AASHTO T 283	Mayor al valor especificado
Resistencia a la tensión diametral retenida	AASHTO T 283	Mayor al valor especificado
Resistencia a la compresión uniaxial especímenes secos	AASHTO T 167	Diferencia máxima 350 kPa
Resistencia a la compresión uniaxial retenida	AASHTO T 167	Mayor al valor especificado

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.

401.05 Aceptación, medición y pago

Para la aceptación del diseño, medición y pago refiérase a la sección 405 Suministro y Colocación de Mezcla Asfáltica.

Sección 402.) DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA POR EL MÉTODO SUPERPAVE®

402.01 Descripción

En este apartado se presentan las especificaciones para el diseño de una mezcla asfáltica utilizando el Método Superpave®.

402.02 Materiales

Los materiales deberán estar conforme las siguientes secciones:

Agregados para mezcla asfáltica	703.07
Relleno mineral	725.05
Asfalto	702.01
Asfalto Modificado	702.02
Aditivos	702.09

Las granulometrías deberán ser seleccionadas de acuerdo con el uso de la mezcla que se menciona en la Tabla 402-1 Tipos de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo con su uso y a las especificaciones mencionadas en la subsección 703.07 Agregados para la mezcla asfáltica, para cada tipo de granulometría.

402.03 Diseño de mezcla asfáltica Superpave®

El diseño Superpave® se aplicará para las mezclas asfálticas indicadas en la Tabla 402-1 Tipos de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo con su uso, mostradas a continuación.

Tabla 402-1
Tipos de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo con su uso

Designación	Aplicación por tipo de capa asfáltica	Aplicación por niveles de ESAL's
Mezcla A	Mezcla asfáltica en caliente exclusiva para bacheo para rutas donde la superficie existente consiste en algún tipo de tratamiento superficial, incluyendo lechadas asfálticas	Hasta 10 millones ESAL's (mediano volumen de tránsito)
Mezcla B	Mezcla asfáltica en caliente para capas o sobrecapas asfálticas y bacheo en rutas de mediano volumen de tránsito donde la superficie existente consiste en mezcla asfáltica	Hasta 10 millones ESAL's (mediano volumen de tránsito)

Mezcla C*	Capas asfálticas intermedias (alto desempeño)	Más de 10 millones ESAL's (alto volumen de tránsito)
Mezcla D*	Capas asfálticas de rodadura (alto desempeño)	Más de 10 millones ESAL's (alto volumen de tránsito)

*Mezclas asfálticas de alto desempeño.

Nota: por el tipo de función que cumplen las mezclas designadas como C y D, se recomienda su uso en capas con un espesor mínimo de 7,5 cm.

El diseño de mezcla Superpave[®] es un sistema que se basa en la estimación de las propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica: contenido de vacíos de la mezcla (V_a), vacíos en el agregado mineral (VMA) y vacíos llenos de asfalto (VFA) para una combinación de agregado mineral, filler, asfalto y aditivos seleccionados de acuerdo con el tráfico y clima.

La preparación de los especímenes de diseño de mezcla se debe hacer de acuerdo con el método AASHTO T 312 *Preparación de especímenes de mezcla asfáltica en caliente y determinación de la densidad usando el compactador giratorio Superpave*, el cual incluye la escogencia de la granulometría óptima y luego la escogencia del contenido óptimo de asfalto. Ejemplos de este procedimiento pueden ser encontrados en la guía *SP-2 Diseño de mezcla Superpave* del Instituto del asfalto.

Si se utiliza aditivo para mejorar el desempeño de la Mezcla Asfáltica se deberá cumplir con lo siguiente:

Cuando se busque con el aditivo, mejorar el desempeño de la mezcla, el asfalto modificado debe clasificarse de acuerdo con el Grado de Desempeño establecido en la Tabla 702-03 Especificaciones para asfaltos clasificados por grado de desempeño, además deberá cumplir con los requisitos especificados en la Tabla 702-04 Especificaciones para el asfalto modificado, o según lo requerido por la Administración. Se debe demostrar la necesidad del uso del aditivo, mediante ensayos de laboratorio en los que se refleje que los requisitos establecidos en la Tabla 702-03 Especificaciones para asfaltos clasificados por grado de desempeño, sólo pueden ser alcanzados mediante el uso de dicho material. De no ser el caso, el aditivo no podrá ser incluido en los rubros de pago.

La temperatura de mezclado en planta para la preparación de mezcla asfáltica con asfalto modificado no debe exceder 165 °C. La temperatura de mezclado y compactación debe cumplir con la especificación del fabricante.

Parámetros volumétricos de diseño Superpave[®].

A continuación se presentan las propiedades volumétricas de la mezcla que se deben cumplir, tanto para la escogencia de la granulometría óptima como para la escogencia del contenido de asfalto óptimo.

1. Giros de compactación ($N_{\text{diseño}}$):

Los giros de compactación de diseño dependen del volumen de tránsito del proyecto (Tabla 402-2).

Tabla 402-2
Giros de compactación Superpave® (Tabla 1, AASHTO R35, 2012)

ESAL's diseño (millones) (20 años carril de diseño)	Número de giros de compactación		
	N_{inicial}	$N_{\text{diseño}}$	$N_{\text{máx}}$
< 0,3	6	50	75
0,3 a 3	7	75	115
3 a 30	8	100	160
>30	9	125	205

2. Parámetros volumétricos de diseño Superpave®:

La volumetría de la mezcla para encontrar la granulometría óptima y el contenido de asfalto óptimo debe cumplir los parámetros establecidos en la Tabla 402-3 Requisitos de la mezcla para el diseño Superpave. Los vacíos de aire de diseño para todas las condiciones de tránsito deben ser de 4,0 %.

Tabla 402-3.
Requisitos de la mezcla para el diseño Superpave® (Tabla 6, AASHTO M 323, 2012).

ESAL's diseño (millones)	Densidad de compactación (%)			VMA (%) de acuerdo con el TMN (mm)						VFA ¹ (%)	Relación polvo/asfalto ²
	N_{inicial}	$N_{\text{diseño}}$	$N_{\text{máx}}$	37,5	25,0	19,0	12,5	9,5	4,75		
< 0,3	≤ 91,5	96,0	≤ 98,0	11	12	13	14	15	16	70 - 80	0,6 – 1,3
0,3 a 3	≤ 90,5	96,0	≤ 98,0	11	12	13	14	15	16	65 - 78	
≥3	≤ 89,0	96,0	≤ 98,0	11	12	13	14	15	16	65 – 75	

1. Para un volumen de tránsito >3 millones de ESAL's, para mezclas de TMN de 9,5 mm el rango de VFA debe ser de 73 a 76 y para mezclas de TMN de 4,75 mm el rango de VFA debe ser de 75 a 78.
2. Para mezclas de TMN de 4,75 mm la relación polvo/asfalto debe ser de 0,9 a 2,0. Para mezclas de TMN de 9,5 mm la relación polvo/asfalto debe ser de 0,9 a 1,6.

3. Resistencia a la tensión diametral retenida al daño inducido por la humedad:

Los especímenes de ensayo se deben preparar de acuerdo con el método AASHTO T 312 con una altura de ensayo de (95 ± 5) mm con la fórmula de trabajo y el contenido óptimo de asfalto. El nivel de vacíos de los especímenes a fallar debe ser de $(7,0 \pm 1,0)$ %.

La resistencia al daño inducido por la humedad en mezclas asfálticas compactadas debe medirse de acuerdo con el método INTE 04-01-05 (AASHTO T 283).

El valor mínimo de la resistencia a la tensión diametral de especímenes sin condicionar debe cumplir el valor especificado en la Tabla 402-4 Requisitos para mezclas asfálticas, y acorde con la Tabla 402-1 Tipos de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo con su uso.

4. Requisitos de desempeño y aceptación de diseño:

En la Tabla 402-4 Requisitos para mezclas asfálticas 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.

Tabla 402-4
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 período 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.

402.04 Verificación del diseño de mezcla

La Administración debe revisar el diseño de mezcla suministrado por el Contratista y realizar una verificación del mismo reproduciendo el diseño de mezcla. Si la verificación

es realizada, la información suministrada por el Contratista deberá coincidir con los resultados de los ensayos de verificación con las tolerancias establecidas en la Tabla 402-5.

Tabla 402-05.

Tolerancias aceptables entre fórmula de trabajo y la verificación

Descripción	Método de ensayo	Diferencias aceptables entre el Contratista y el Contratante
% retenido individual de los tamices gruesos a partir del tamiz de 2,36 mm (N° 8)	AASHTO T 308 AASHTO T 30	± 3,0
% retenido individual de los tamices más pequeños que el tamiz de 2,36 mm (N° 8) y más grandes que el tamiz de 0,075 mm (N° 200)	AASHTO T 308 AASHTO T 30	± 3,0
% pasando el tamiz de 0,075 mm (N° 200)	AASHTO T 308 AASHTO T 30	± 1,0
Contenido de asfalto, %	AASHTO T 308	± 0,5
Contenido de vacíos de especímenes moldeados en el laboratorio, (%)	AASHTO T 269	± 1,0
Vacíos en el agregado mineral VMA, %	AASHTO M 323	Mayor al valor especificado
Vacíos llenos con asfalto VFA, %	AASHTO M 323	± 1,0
Relación polvo/asfalto, %	AASHTO M 323	± 0,3
Resistencia a la tensión diametral especímenes secos, kPa	AASHTO T 283	± 159 kPa
Resistencia a la tensión diametral retenida, %	AASHTO T 283	>80 %
Desempeño a deformación plástica y fatiga	---	Mayor al valor especificado
Recuperación elástica en asfalto modificado	AASHTO T 301	Mayor al valor especificado
Punto de ablandamiento en asfalto modificado	AASHTO T 53	Mayor al valor especificado

Notas:

- Se permite que la granulometría quede fuera de los límites establecidos por los puntos de control mientras se mantenga esta tolerancia.
- Se permite que la granulometría quede fuera de límites establecidos por los puntos de control mientras se mantenga esta tolerancia.
- No se permite que esta diferencia en el tamiz de 0,075 (N° 200) sobrepase los límites de variación del tamiz establecido con los puntos de control.

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.

402.05 Aceptación, medición y pago

Para la aceptación del diseño de mezcla, medición y pago refiérase a la sección 405 Suministro y Colocación de Mezcla Asfáltica.

Sección 403.) DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS ESPECIALES

403.01 Descripción

Este trabajo consiste en el diseño de una mezcla asfáltica para la construcción de una capa de rudo de granulometría abierta de fricción (OGFC) o de mezcla asfáltica de matriz de agregado grueso (SMA), procesada en planta.

403.02 Materiales

Los materiales deberán estar conforme las siguientes secciones:

Agregados para mezcla asfáltica	703.07
Relleno mineral	725.05
Asfalto	702.01
Asfalto Modificado	702.02
Aditivos	702.09

Las granulometrías a utilizar para este tipo de mezclas son las señaladas en la Tabla 703-10 Granulometrías para mezclas asfálticas especiales.

Además de cumplir con lo especificado en la subsección 703.07 Agregado para mezcla asfáltica, deberán cumplir con las especificaciones adicionales que se muestran en la Tabla 403-1. En el caso de que se cuente con dos especificaciones diferentes para el mismo parámetro, por tratarse de mezclas asfálticas especiales, deberá prevalecer la especificación que se señala en la Tabla 403-1.

Tabla 403-1
Especificaciones adicionales para los agregados

Ensayo	Requerimiento	
	OGFC	SMA
Agregado Grueso		
Abrasión de L.A., AASHTO T 96	30 más	
Partículas planas y elongadas, en una de proporción 1:3ASTM D 4791	10% Máx.	20% Máx.
Partículas planas y elongadas, en una de proporción 1:5 ASTM D 4791	10% Máx.	5% Máx.
Índice de fractura, FLH T 508	30% Máx.	
Agregado Fino		
Arcilla y partículas friables, AASHTO T 112	1,0% Máx.	0,25% Máx.
Limite Líquido, AASHTO T89	25% Máx.	
Índice de Plasticidad, AASHTO T90	No plástico	

*El contenido de fibra (aditivo estabilizador) deberá estar entre 0,2% y 0,5% por peso total de mezcla.

403.03 Diseño de mezcla asfáltica para mezclas especiales

Se debe diseñar una mezcla asfáltica de granulometría abierta (OGFC) a base de agregado, asfalto y aditivos de acuerdo con el procedimiento de diseño Superpave (Sección 402) para 50 giros de compactación en el compactador giratorio ($N_{dis} = 50$) para alcanzar vacíos de aire mínimo de 12%. Se deben reportar los rangos de temperatura de mezclado y compactación, así como el fundamento técnico, además debe cumplir con lo especificado en la Sección 402 Diseño de Mezcla Asfáltica por el Método Superpave.

Se debe diseñar una mezcla asfáltica de matriz de agregado grueso (SMA) a base de agregado, asfalto y aditivos de acuerdo con el procedimiento de diseño Superpave (Sección 402) para 75 giros de compactación en el compactador giratorio ($N_{dis} = 75$) y debe cumplir con lo especificado en la Sección 402 Diseño de Mezcla Asfáltica por el Método Superpave, y los siguientes requerimientos:

Tabla 403-2
Requerimientos volumétricos para mezclas SMA (Texas, Alabama, 2011)

Propiedad	Método de ensayo	Requerimiento
Vacíos de aire, %	AASHTO T 269	4.0%
VMA, %	-	16% Mín.
VCA_{Mezcla} , kg/m^3	AASHTO T19	$<VCA_{DRC}$
Escurrecimiento, %	AASHTO T305	0.30% Máx.
RRTD, %	AASHTO T 283	80% Mín.
Contenido de asfalto, %	-	6.0% Mín.

La verificación del diseño de mezcla deberá cumplir con lo indicado en la sección 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave subsección 402.04 Verificación del diseño de mezcla.

403.04 Aceptación, medición y pago

Para la aceptación del diseño de mezcla, medición y pago refiérase a la sección 405 Suministro y Colocación de Mezcla Asfáltica.

Sección 404.) MEZCLA ASFÁLTICA RECICLADA PROCESADA EN PLANTA DE PRODUCCIÓN EN CALIENTE

404.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas asfálticas utilizando mezcla asfáltica producida en planta de producción en caliente, considerando la incorporación de mezcla asfáltica reciclada con agregado reciclado, en conjunto con agregado nuevo y cemento asfáltico nuevo y en caso de requerirse, agentes de reciclado.

404.02 Materiales.

Los materiales a utilizar deben estar de acuerdo con las siguientes Subsecciones:

Agregado combinado (original más reciclado)	703.07
Agregado virgen	703.07
Aditivos mejoradores de adherencia	702.09
Asfalto	702.01
Relleno mineral	725.05
Agentes de reciclado	702.07

El material reciclado no podrá contener más de 2% de material deletéreo.

Previamente se verificará que el agregado virgen cumpla de manera independiente (sin incorporar para efectos de ensayo la fracción de agregado reciclado) con los requisitos técnicos establecidos para los agregados (Subsección 703.07 Agregado para mezcla asfáltica). Además, una vez determinado el porcentaje de combinación de agregado virgen y agregado RAP producto del diseño, se deberá evaluar el cumplimiento de las pruebas normadas para los agregados grueso y fino, de dicha combinación de acuerdo con lo establecido en Subsección 703.07 Agregado para mezcla asfáltica.

404.03 Composición de la mezcla (dosificación de diseño).

La mezcla de concreto asfáltico reciclada será preparada usando agregados reciclados, mezcla asfáltica recuperada, agregado nuevo, cemento asfáltico nuevo, agente de reciclaje y aditivos, que cumplan con los requisitos especificados en la Subsección 404.02 Materiales.

La composición, granulometría y requerimientos de la mezcla asfáltica deberán ajustarse a lo establecido en la sección 401 Diseño de Mezcla Asfáltica por el Método Marshall o 402 Diseño de Mezcla Asfáltica por el Método Superpave, de acuerdo con la metodología de diseño definida.

Se deberá entregar el diseño de mezcla producida con RAP que deberá incluir el contenido de asfalto total por peso total de mezcla, contenido de asfalto reciclado por peso total de mezcla, contenido de asfalto nuevo por peso total de mezcla, contenido de agente de reciclaje por peso total de mezcla si fuese necesario, contenido de mezcla reciclada por peso total de mezcla, y granulometría de agregado nuevo a dosificar. Este diseño deberá estar disponible al menos 30 días antes del inicio de la producción para su aceptación y aprobación por parte de la Administración.

La mezcla asfáltica reciclada debe procesarse por trituración y tamizado para que se obtenga una buena graduación granulométrica. En el proceso de reciclar una capa de mezcla asfáltica, no podrá existir ninguna partícula de material reciclado que exceda el tamaño máximo de agregado durante la producción, de acuerdo con el diseño de mezcla de la Sección 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall o la Sección 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave. La escarificación de la capa de mezcla asfáltica podría ser considerada en el proceso cuando se tenga una graduación uniforme y un contenido de asfalto que cumpla con las especificaciones, de lo contrario se podría utilizar RAP de otras fuentes.

El aporte del asfalto del material de reciclado se debe tomar en cuenta para determinar el grado de desempeño del asfalto.

Cuando sea necesario según el diseño, se pueden utilizar agentes rejuvenecedores para alcanzar el grado de desempeño establecido en el diseño de mezcla.

Para el diseño de mezcla según la dosificación, se deberá usar la gravedad específica del asfalto original y la gravedad específica del asfalto del RAP.

La gravedad específica efectiva del agregado del RAP, deberá aproximarse a partir de la gravedad específica máxima teórica del RAP, para utilizarla en el cálculo de los parámetros volumétricos de la mezcla asfáltica.

Para cada dosificación de diseño, se deberán suministrar muestras de acuerdo con la sección correspondiente (401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall o 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave®). Adicionalmente se deben entregar las siguientes muestras e información:

- Muestras del agregado reciclado (RAP) y agentes rejuvenecedores por incorporar, de acuerdo con la dosificación de diseño en las cantidades señaladas por la Administración.

- Cuando sea necesario suministrar una muestra de la capa de mezcla asfáltica existente, se deberá escarificar hasta la profundidad de remoción en las áreas definidas por la Administración. Se sustituirá la porción de mezcla asfáltica removida con una mezcla asfáltica aprobada por la Administración.
- Informes de laboratorio para el cemento asfáltico reciclado, el nuevo asfalto y el agente rejuvenecedor, de manera que se demuestre el cumplimiento del grado requerido para la combinación de dichos cementos asfálticos, en las proporciones establecidas por la dosificación de diseño, de acuerdo con la Sección 702.01 Asfalto.

Contenido de RAP

Se podrá usar un porcentaje desde 1% hasta un máximo de 50% de material reciclado en la mezcla asfáltica, determinado como porcentaje de peso de mezcla reciclado respecto del peso total de mezcla.

- Para contenidos de RAP menores al 15 % no es necesario ajustar la clasificación del asfalto que se requiere.
- Para contenidos de RAP entre un 15 % y 25 %, se debe reducir en un grado la temperatura superior del tipo de asfalto a utilizar especificado de acuerdo con la clasificación de Grado de Desempeño.
- Para contenidos mayores al 25% se debe determinar el grado apropiado del asfalto a utilizar, mediante el desarrollo de los gráficos de mezclado de combinación de asfalto virgen y envejecido (blending charts) que son generados a la hora de diseñar el contenido de RAP.

404.04 Aceptación, medición y pago

Para la aceptación del diseño, medición y pago refiérase a la sección 405 Suministro y Colocación de Mezcla Asfáltica.

Sección 405.) SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

405.01 Descripción

En esta sección se describe lo relacionado con el suministro de materiales para el diseño, la producción, almacenamiento, transporte, colocación, conformación y compactación de mezcla asfáltica en caliente en capas, de conformidad con las dimensiones que establezcan los planos ajustándose a las secciones típicas, lineamientos verticales y horizontales del pavimento que indiquen. Lo anterior, dentro de las tolerancias establecidas en este manual de especificaciones técnicas, según corresponda.

El Contrato deberá establecer el método de diseño por el cual se dosificará la mezcla asfáltica a colocar, de acuerdo con su uso, y lo especificado en las secciones 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall, 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave, 403 Diseño de mezclas especiales o 404 Mezclas asfáltica reciclada procesada en planta de producción en caliente, según corresponda.

405.02 Materiales y almacenamiento

Todos los materiales deberán cumplir con lo que se especifica en la División 700 Materiales que solicitan las secciones 401, 402, 403 o 404, según corresponda.

El almacenamiento de materiales deberá realizarse de acuerdo con lo estipulado en la sección 106 Control del Material.

405.03 Aprobación del diseño y la fórmula de trabajo para la mezcla asfáltica

En esta subsección se establecen los lineamientos generales para la recepción, verificación y aceptación del diseño de mezcla.

405.03.01 Recepción

El Contratista debe presentar a la Administración el diseño de mezcla asfáltica propuesto, junto con los certificados de calidad de los materiales al menos 30 días antes del inicio de la producción.

405.03.02 Aceptación y fórmula de trabajo para la mezcla

Previo al inicio de la producción de la mezcla, el Contratista deberá entregar por escrito a la Administración, el Diseño de Mezcla y la Fórmula de Trabajo para la Mezcla de acuerdo con las

Especificaciones Contractuales, mediante un informe técnico que al menos debe incluir la siguiente información:

405.03.02.01 Información General

- a) Nombre del proyecto y número de licitación.
- b) Nombre, tipo y ubicación de la planta.
- c) Fecha de elaboración del Diseño y del Informe.
- d) Tipo de Mezcla y el uso que se dará a la misma.
- e) Nombre del laboratorio que elaboró el Diseño y del profesional que certifica el informe.
- f) Nombre, ubicación y número de expediente minero de cada una de las fuentes de agregados propuestas.

405.03.02.02 Agregados

- a) Fecha de muestreo así como el procedimiento utilizado.
- b) Nombre de cada una de las personas que participaron en el muestreo.
- c) Granulometría de diseño con los porcentajes pasando en cada malla para la mezcla de agregados.
- d) Fuente de cada apilamiento de agregados a ser usados.
- e) Graduación promedio de cada apilamiento de agregados.
- f) Resultados de las pruebas de calidad según las especificaciones contractuales.
- g) Resultados de los ensayos de gravedad específica y porcentaje de absorción de cada agregado utilizado en el diseño.
- h) Gravedad específica y porcentaje de absorción de la mezcla de agregados.
- i) Indicar el tipo de relleno mineral a utilizar, sus características y su forma de incorporación a la mezcla (cuando aplique).
- j) No se aceptarán resultados de ensayos efectuados en agregados cuya fecha de muestreo difiera en más de tres meses respecto a la fecha de recepción del diseño.

405.03.02.03 Ligante asfáltico

- a) Fecha de muestreo así como el procedimiento utilizado.
- b) Nombre de cada una de las personas que participaron en el muestreo.
- c) Resultados de las pruebas de calidad al ligante asfáltico utilizado en el diseño, efectuadas por el Contratista o el proveedor del mismo.

405.03.02.04 Aditivos y Polímeros

- a) Fecha de muestreo así como el procedimiento utilizado.
- b) Nombre de cada una de las personas que participaron en el muestreo.
- c) Tipo y características del aditivo/polímero y su propósito.
- d) Nombre del producto y del fabricante.
- e) Certificado de calidad del fabricante.
- f) Porcentaje(s) de aditivo/polímero usado(s) en el Diseño.
- g) Procedimiento de incorporación del aditivo/polímero durante los procesos de diseño y de producción.

405.03.02.05 Diseño de mezcla

- a) El diseño debe contener la combinación de la materia prima de acuerdo con la mezcla que se trate según la normativa que aplique.
- b) Resultados de los ensayos del Diseño.

- c) Gráficos respectivos para los parámetros de Diseño.
Resultados de ensayo del efecto de la incorporación del aditivo/polímero en la mezcla, en caso de que aplique.

Adicionalmente, se debe complementar con la información indicada en las secciones 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall, 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave®, 403 Diseño de mezclas asfálticas especiales y 404 Mezcla asfáltica reciclada procesada en planta de producción en caliente.

405.03.02.06 Fórmula de Trabajo para la Mezcla

- a) Agregados: tipos de agregado a utilizar, así como sus porcentajes de combinación. Cuando sea necesaria su utilización, indicar el tipo de relleno mineral y su porcentaje de dosificación.
- b) Contenido de ligante asfáltico.
- c) Graduación del agregado.
- d) Aditivos y polímeros: cuando sea necesaria su utilización, indicar el tipo y su porcentaje de dosificación.

El representante de la Administración deberá estar presente en los muestreos de los materiales involucrados en el diseño.

405.03.03 Recepción del Diseño y la Fórmula de Trabajo para la Mezcla

Al menos diez días hábiles, previo al inicio estimado de la producción, el Contratista debe presentar alaAdministración el Diseño de Mezcla y la Fórmula de Trabajo para la Mezcla para su consideración, el que tendrá un plazo de tres días hábiles para pronunciarse al respecto.

Si el informe técnico presentado contiene todos los datos requeridos en esta sección y en las normas contractuales aplicables, y si todos los parámetros indicados allí cumplen con los valores máximos y mínimos establecidos, se procederá a comunicar al Contratista la recepción conforme del Diseño y Fórmula de Trabajo para la Mezcla propuestos para producir la mezcla.

En caso de estimarse conveniente una verificación de la información suministrada, se procederá con la verificación del diseño de mezcla, incluyendo los plazos ahí determinados. Esta situación, también se deberá comunicar al Contratista en el plazo de tres días hábiles.

Si se considerara el rechazo del Diseño y Fórmula de Trabajo para la Mezcla, el Contratista deberá iniciar el proceso para un nuevo Diseño y Fórmula de Trabajo para la Mezcla, donde se debe cumplir nuevamente con los plazos ya anotados.

405.03.04 Verificación del Diseño de Mezcla

La Administración estará en la facultad de requerir la verificación del Diseño y la Fórmula de Trabajo para la Mezcla o de las características de algún componente de la mezcla diseñada, para lo cual el Contratista deberá aportar la cantidad de materiales según corresponda. La Administración deberá estar presente en el muestreo para avalar la representatividad de las muestras.

El plazo para la verificación no será mayor a quince días hábiles a partir de la solicitud de la Administración al laboratorio designado.

De acuerdo con el resultado de la verificación emitido por el laboratorio designado, la Administración debe aceptar o rechazar el diseño propuesto por el Contratista.

405.03.05 Verificación en campo de la mezcla para obtener la Fórmula de Trabajo

Cuando la propuesta, tanto del Diseño como de la Fórmula de Trabajo para la mezcla asfáltica cuenten con la aceptación de la Administración, el Contratista deberá conducir una verificación y ajuste (de ser necesario) de la mezcla en cada planta o sitio de producción. Antes del inicio de la producción para verificar la mezcla, el Contratista deberá efectuar todas las inspecciones preliminares, calibraciones de planta y equipos de producción, muestreos y ensayos, que le aseguren que la mezcla cumple razonablemente con el Diseño y Fórmula de Trabajo propuestos para la mezcla.

Los ensayos de verificación en campo consistirán como mínimo de una muestra de mezcla analizada de acuerdo con los ensayos y propiedades establecidas en las especificaciones contractuales. Dicha muestra deberá tomarse por triplicado, una muestra para el Contratista, otra para la verificación y la tercera como testigo. La custodia de la tercera muestra se hará de común acuerdo entre el Contratista y la Administración.

La producción de mezcla podrá iniciar una vez que:

- a) Se concluyan todos los ensayos de verificación en campo.
- b) La mezcla haya sido verificada satisfactoriamente por el laboratorio del Contratista.
- c) Se cumplan todos los requisitos de las especificaciones y los criterios del Diseño de la Mezcla.
- d) Se hayan entregado a la Administración, los resultados de los ensayos de verificación y la Fórmula de Trabajo para la Mezcla.

405.03.06 Tramo de prueba

Una vez que la Administración haya revisado y aceptado el documento con el diseño de mezcla propuesto, el contratista debe proceder con lo siguiente:

- (a) En coordinación con la Administración se deben construir los tramos de prueba necesarios. En el caso de mezcla para bacheo se deberá realizar un "bache de prueba" de espesores mínimos (3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso), que sea representativo (tipo de mezcla, clima, espesor) de las labores de bacheo a realizar, que deberá ser aprobado por la Administración.
- (b) En el caso de capas o sobrecapas, se debe construir un tramo de prueba de 1 carril de ancho y de un mínimo de 100 m de longitud para demostrar que a partir del proceso de

compactación a aplicar, se obtenga un contenido de vacíos de aire promedio de $(8\pm 1)\%$ (INTE 04-01-03). En caso de utilizarse mezclas tipo OGFC (Sección 403 Diseño de Mezclas Asfálticas Especiales) los vacíos deberán ser del $(16\pm 1)\%$. La Administración permitirá el número necesario de tramos de prueba por día.

- (c) Para el proceso de ejecución del tramo de prueba, se deberá registrar: fecha, hora, ubicación y extensión del tramo, descripción de la maquinaria de compactación utilizada (modelo, año, placa, tipo, peso), el número de pasadas, la velocidad, amplitud y frecuencia de vibración de la compactadora, la secuencia de recorrido para un ancho de pavimentación definido y el rango óptimo de temperaturas de compactación, necesarios para obtener la densidad y el acabado de superficie que se especifica en el Contrato. Este patrón de compactación quedará oficializado en la fórmula de trabajo para la mezcla una vez que con el control del contratista y la verificación se obtenga el nivel de densificación final por medio de mediciones con densímetro nuclear y posteriormente con la extracción de núcleos. Lo anterior, soportado en un informe final realizado por la Administración, que indique la aceptación del tramo de prueba.
- (d) Se construirán tantos tramos de prueba como Fórmulas de Trabajo para la mezcla se presenten y sean aceptadas por la Administración.
- (e) Después de la construcción del tramo de prueba, debe ser evaluado y aceptado en función de los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de verificación y se pagará en función de la calidad o se rechazará de acuerdo con la Subsección 405.11 Aceptación.
- (f) Todo el proceso de la construcción del tramo de prueba deberá quedar documentado en la Bitácora del Proyecto, incluyendo los detalles operativos pertinentes.
- (g) Se deberá realizar un tramo de prueba nuevo cuando las condiciones de producción (dosificaciones), los materiales, la ubicación de la planta de origen o las condiciones de colocación en sitio cambien (espesores, cambio de maquinaria, entre otros). La Administración podrá suspender la producción si no se cumple con este requisito. Después de cualquier suspensión en la producción, como resultado de un incumplimiento, se deben tomar acciones correctivas y preventivas para obtener la aprobación de la Administración para reiniciar las labores de producción.

405.03.07 Ajustes a la Fórmula de Trabajo para la mezcla

Todos los ajustes a la Fórmula de Trabajo para la mezcla deben ser aceptados por la Administración y documentados por escrito. Las variaciones en las proporciones de combinación de agregados establecidas con el propósito de cumplir con los rangos especificados en la Fórmula de Trabajo para la mezcla, deben comunicarse por escrito a la Administración.

405.03.08 Cambios en la Fórmula de Trabajo para la mezcla

Si las variaciones granulométricas o de dosificación del ligante asfáltico, exceden los rangos definidos por la Fórmula de Trabajo para la mezcla o cambian las fuentes o características de los materiales, esto exigirá la presentación de un nuevo Diseño de Mezcla que deberá cumplir con los requisitos contractuales.

Si las variaciones en los porcentajes de combinación de los agregados aceptados por la Administración, para ajustar la granulometría al diseño, demandan una cantidad de ligante diferente al óptimo aceptado, el Contratista deberá presentar un nuevo diseño.

Los cambios o ajustes en la Fórmula de Trabajo para la mezcla aceptada:

- a) Son responsabilidad del Contratista, los mismos deberán quedar debidamente documentados y cumplir con todos los requisitos de esta sección.
- b) Regirán a partir de la aceptación de la Administración, previo cumplimiento de los requisitos de esta sección. No aplicarán retroactivamente para la aceptación y pago.

405.04 Equipo y maquinaria

Es responsabilidad del Contratista suministrar la maquinaria y el equipo requerido y en buen estado de operación para cumplir con el programa de trabajo propuesto, con las dimensiones y en la cantidad necesaria y de forma equilibrada, de manera tal que permita producir, almacenar, transportar al sitio, colocar, conformar, compactar y dar acabado final a la mezcla asfáltica, en cantidades suficientes como para permitir el movimiento continuo del equipo de pavimentación, bajo condiciones normales de operación. Además, debe asegurar el control adecuado y permanente de los equipos y maquinaria, para evitar daños y escapes de líquidos y gases contaminantes del ambiente, de otros materiales para uso de las obras, de las obras en ejecución y del personal que labora.

405.05 Operaciones previas y durante la colocación de mezcla asfáltica en caliente

405.05.01. Operaciones de transporte

Cada vagoneta o camión debe estar equipado con un manteado de lona u otro material adecuado, de tamaño suficiente para proteger la mezcla del intemperismo. A cada vagoneta o camión de transporte se le deberá realizar un monitoreo de la temperatura de la mezcla asfáltica cargada. La mezcla deberá ser entregada con la temperatura necesaria para colocación definida en la fórmula de trabajo para la mezcla.

Cada vehículo deberá ser pesado antes y después de haber sido cargado en la planta, y se deberá llevar un registro actualizado del peso bruto, la tara y el peso neto de la mezcla asfáltica, así como la hora en que se realizó la carga.

405.05.02. Operaciones previas y durante la colocación

Es requisito, antes de colocar una mezcla asfáltica en caliente, preparar las capas subyacentes, ya sea para el caso de una estructura de pavimento nueva, para la colocación de

una sobrecapa o la sustitución de una capa existente, incluyendo bacheos y nivelación, según lo establecido en planos y lo indicado por la Administración.

El material no incorporado en las obras será retirado de acuerdo con la Subsección 211 Eliminación de caminos o calles existentes.

Cuando la superficie de la estructura de pavimento existente (superficie asfáltica o granular) sea irregular, se deberá llevar a cabo la uniformidad de gradiente y perfil transversal, según lo establecido en planos y especificaciones. Estas actividades asociadas a la preparación de la superficie antes de la colocación de la capa asfáltica deben estar incluidas en el renglón de pago correspondiente.

Si la capa de mezcla asfáltica es colocada el mismo día en varias franjas longitudinales, las juntas entre ellas podrán adherirse sin ningún tratamiento adicional siempre y cuando no exista contaminación del borde por adherir. Colocar las capas longitudinales por medio de dos pavimentadoras de forma paralela favorece la adherencia entre franjas adyacentes. Si se utiliza una sola pavimentadora y se colocan las capas longitudinales en días diferentes, se deberá preparar la junta, cortándola de manera que quede una pared vertical la cual será imprimada con riego de liga para que quede adherida a la nueva capa construida.

De igual forma se debe proceder para la construcción de juntas transversales.

Las juntas longitudinales entre una capa inferior y una capa superior y sucesivas, incluyendo las capas de base estabilizada, si así fuera el caso, no deben coincidir en su localización. La separación entre estas debe ser por lo menos 150 mm.

Adicionalmente se deberán tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- (a) Condiciones climáticas: Solo se podrá colocar mezcla asfáltica en caliente cuando las condiciones del proyecto sean aptas (por ejemplo evitar condiciones lluviosas y sus efectos en la superficie).
- (b) Riego de imprimación: Deberá estar conforme lo especificado en la sección 413 Riego de Imprimación.
- (c) Riego de liga: Deberá estar conforme lo especificado en la sección 414 Riego de Liga Asfáltica.
- (d) Temperaturas mínimas de colocación de mezcla: La temperatura mínima para iniciar la compactación en sitio no deberá ser menor en 5 °C a la temperatura de compactación definida por el proveedor (para mezcla asfáltica sin modificar), pero en ningún caso puede ser menor a 125°C y de acuerdo con los resultados del tramo de prueba. Para el caso de las mezclas asfálticas modificadas la temperatura no puede ser menor a la establecida con los resultados del tramo de prueba y aprobada por la Administración. La temperatura de la mezcla debe ser medida justo antes de ser descargada a la superficie.

405.06 Proceso y Control de Compactación de la Mezcla Asfáltica

En esta subsección se describe de manera general el proceso y control de compactación de la mezcla asfáltica. El proceso de compactación debe seguir el patrón establecido en el tramo de prueba indicado en el punto 405.03.06 Tramo de Prueba, de esta Sección.

La superficie asfáltica deberá ser compactada en forma uniforme. Deberá compactarse de manera que no haya desplazamiento lateral, agrietamiento o corrugación de la superficie pero en caso de que ocurra alguno de estos defectos, el Contratista lo deberá corregir a satisfacción de la Administración. Se compactará hasta que las marcas de rodillo sean eliminadas y la densidad requerida sea obtenida. No se permitirá la compactación cuando la temperatura en la mezcla descienda de la temperatura mínima establecida en el tramo de prueba y en la sección 405.05.02 Operaciones previas y durante la colocación; en cuyo caso la mezcla asfáltica se deberá retirar del sitio de las obras.

La determinación de la compactación de la mezcla asfáltica se deberá realizar en el menor plazo posible después de la construcción y antes del trámite de estimación para su pago. El plazo máximo entre la construcción y la extracción de los especímenes de ensayo de verificación para la determinación de la compactación será máximo de siete días naturales. El efecto de post-compactación inducido por el tránsito no podrá ser considerado para eventuales reclamos por incumplimiento de la compactación, después de la construcción y según la especificación establecida.

Aspectos que se deben considerar durante la compactación de mezclas asfálticas:

- (a) La compactación inicial de la mezcla debe realizarse con un compactador de rodillo metálico sin vibración.
- (b) La compactación intermedia se debe realizar con un compactador de rodillo metálico con vibración.
- (c) La compactación final debe realizarse con un rodillo neumático de un peso mínimo de 12 toneladas.
- (d) La compactación de la junta transversal debe realizarse perpendicular al sentido de la vía, con vibración.
- (e) La junta longitudinal deberá compactarse en el sentido de la vía teniendo la precaución de no desplazarla ni agrietarla.
- (f) La compactación de la mezcla asfáltica debe iniciarse en la zona más baja del tramo y se debe traslapar al menos la mitad del ancho del tambor metálico en cada pasada.
- (g) Cuando se cambie de dirección debe ser en áreas ya compactadas o fuera del área de compactación y sin vibración.
- (h) Debe evitarse riegos de combustible del equipo de compactación y sólo debe utilizarse agua en los rodillos metálicos, procurando evitar exceso de uso agua que pueda afectar la temperatura de la mezcla que se está compactando.
- (i) Se debe garantizar que el espesor mínimo colocado sea al menos 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado utilizado en la producción de la mezcla asfáltica.

- (j) Cuando existan espesores menores de 40 mm no debe utilizarse compactación con vibración, únicamente estática, y el peso del equipo no debe fracturar el agregado.
- (k) La mezcla deberá ser compactada con equipo alternativo en bordillos de caño, paredes, cabezales y otras obras de arte que no son accesibles para los compactadores convencionales.
- (l) La compactación se debe completar antes que la temperatura alcance los 85 °C.

405.06.01. Control del proceso de compactación

El proceso de compactación debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- (a) La densidad en sitio no deberá ser menor del 92% ni mayor al 94%, respecto a la densidad máxima teórica, que se determinará de acuerdo con la norma nacional vigente INTE 04-01-03 *"Prueba para determinar la gravedad específica máxima teórica y la densidad de mezclas asfálticas para pavimentos"*. La densidad máxima teórica de referencia para el cálculo de densidad en sitio deberá corresponder a un muestreo de mezcla asfáltica de la producción en el mismo día de su colocación, con la misma dosificación de diseño y seleccionada de manera aleatoria.
- (b) Las determinaciones de compactación de la mezcla asfáltica para la estimación de pago, se realizarán por medio de extracción de núcleos de mezcla obtenidos por el laboratorio de verificación de la calidad.
- (c) Para la determinación del porcentaje de compactación de la mezcla en campo, se utilizará el valor de la gravedad específica bruta de la capa asfáltica, medida en los núcleos extraídos del pavimento, de conformidad con las Normas Nacionales vigentes INTE 04-01-01, denominada *"Prueba para la determinación de la gravedad específica bruta de mezclas asfálticas compactadas, utilizando el método de superficie saturada seca"*, y en el caso de que la mezcla tenga una absorción mayor al 2% se utilizará la norma INTE 04-01-02 *"Prueba para la determinación de la gravedad específica bruta de mezclas asfálticas compactadas, utilizando especímenes de ensayo cubiertos con parafina"*.
- (d) Como densidad de referencia se utilizará el valor de la gravedad específica máxima teórica, medida de conformidad con la Norma Nacional vigente INTE 04-01-03 *"Prueba para determinar la gravedad específica máxima teórica y la densidad de mezclas asfálticas para pavimentos"*, de muestras representativas de la mezcla colocada en sitio, tomadas en planta o directamente en el campo.
- (e) El porcentaje de vacíos de la mezcla compactada deberá ser de $(8\pm1)\%$, calculado con base en la gravedad específica máxima teórica de esa producción. En caso de utilizarse mezclas tipo OGFC (Sección 403 Diseño de Mezclas Asfálticas Especiales) los vacíos deberán ser del $(16\pm1)\%$.
- (f) Los vacíos de la mezcla asfáltica colocada y compactada, serán determinados de conformidad con la Norma Nacional vigente INTE 04-01-04, denominada *"Prueba para determinar el porcentaje de vacíos de aire de mezclas asfálticas densas y abiertas para pavimentos"*.
- (g) Si los vacíos de aire de la mezcla compactada se salen del rango establecido, se deben modificar las operaciones de producción y colocación de tal forma que los vacíos de aire en

sitio cumplan con especificaciones. La Administración puede suspender la producción hasta que los vacíos de aire de la mezcla en sitio cumplan con lo requerido y puede solicitar un nuevo tramo de prueba.

En caso que el proyecto corresponda solamente a la colocación de una sobrecapa y que el Contratista demuestre que el estado de las capas inferiores afecta la obtención de la compactación requerida, deberá presentar un estudio técnico por parte de su consultor de calidad con la correspondiente justificación, antes de realizar la colocación de la sobrecapa, para que la Administración decida las acciones a ejecutar. Dicho estudio no será aceptado después de ejecutada la obra.

No se recomienda la apertura al tráfico si la temperatura de la mezcla se encuentra por encima de los 70°C.

405.07 Control de Regularidad Superficial en capas de Mezcla Asfáltica en Caliente

405.07.01 Definiciones generales

Tramo homogéneo: Es una sección de carretera que cuenta con una misma estructura de pavimento de espesores y materiales determinados, construido en un mismo período, con los mismos equipos, y que además posee el mismo Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) y respectiva composición vehicular.

Unidad de medición: De acuerdo con esta especificación general consiste en un tramo homogéneo de 100 metros de longitud.

Valor individual: Es el promedio de al menos 10 valores de IRI obtenidos en una unidad de medición.

Media Móvil: Para esta especificación general corresponderá al promedio de 10 valores individuales consecutivos asociados a una unidad de medición. De las medias móviles obtenidas para cada unidad de medición se deberá seleccionar la mayor como su valor representativo.

Singularidad: Es un cambio en el perfil longitudinal, tal como puentes, alcantarillas y líneas férreas, cambio de la estructura del pavimento, vados, rampas de intersecciones, entre otros.

Longitud de la singularidad: Para efectos de la evaluación, las singularidades que se pudieran presentar afectarán el tramo o tramos completos de 100 m en la carretera en que se encuentran ubicadas, el cual no se incluirá en la evaluación.

MRI (Mean Roughness Index): Promedio de los valores de IRI obtenidos en las huellas izquierda y derecha del carril.

405.07.02 Especificación de regularidad superficial

Se debe medir el perfil longitudinal del proyecto por carril para calcular la regularidad superficial por medio del Índice de Regularidad Internacional (IRI) en unidades de m/km. Se calcula el MRI de cada carril, valor que debe ser reportado.

El perfil longitudinal se deberá medir con equipos clasificados como Clase 1 según el criterio del Banco Mundial, siendo los de Clase 1 los más exactos (mira y nivel, dipstick, viga TRRL-Transport and Road Research Laboratory, perfilómetros estáticos, entre otros). La Administración realizará la verificación de calidad a través de la medición del perfil longitudinal y el cálculo del MRI.

Se entenderá que la superficie de la capa asfáltica tiene una regularidad aceptable, si ningún valor de MRI (individual) sea mayor a 3 m/km y el promedio de diez valores individuales de MRI (media móvil) cumpla con lo especificado en la Tabla 405-1.

Tabla 405-1.

Requisitos de Regularidad Superficial para pavimentos flexibles

Percentil de datos promedio consecutivos de diez valores de MRI	Clasificación de Vía	
	Autopistas⁽¹⁾	Otras Vías
100 %	< 2,0	< 2,5

⁽¹⁾ Mayor a TPDA de 5000

Si el sector homogéneo tiene una longitud inferior a 1 km, solo regirá la condición de que ninguno de los valores individuales medidos supere el MRI máximo permitido de 3 m/km.

En caso de incumplimiento de la exigencia de los valores individuales o media móvil especificados, la Administración ordenará al Contratista efectuar las reparaciones necesarias para llegar a un valor de MRI menor al límite máximo establecido. La Administración estará facultada para autorizar o rechazar estas operaciones, las cuales deben considerar tramos completos de 100 m.

En el momento en que se dé la finalización oficial de la obra, la Administración ordenará la medición final de la regularidad en la totalidad de la obra como procedimiento de aceptación definitiva.

Para efectos de la evaluación, las singularidades que se pudieran presentar afectarán el tramo completo de 100 m en la carretera en que se encuentran ubicadas, el cual no se incluirá en la evaluación. Los tramos de 100 m que no se consideren en la evaluación por efecto de singularidades, no dividirán el sector homogéneo en que se encuentran.

Con las mediciones de verificación final, se realizará la evaluación definitiva y oficial del MRI mediante medias móviles, considerando el promedio de diez tramos consecutivos en sectores

homogéneos de pavimento. Se entenderá por sector homogéneo la superficie de rodadura que presenta un mismo tipo de pavimento.

No habrá exigencia de cumplir con el control de regularidad (MRI) en las singularidades.

405.08 Control de Regularidad Superficial en sobrecapas, reciclajes con sobrecapas o sobrecapas sobre fresados, de Mezcla Asfáltica en Caliente

Antes de iniciar los trabajos en la capa existente, debe medirse la regularidad de la superficie existente (MRI) en toda la longitud del proyecto con una base de medición de cada 100 metros. Esta será tomada como la superficie original antes de realizar el trabajo de colocación de las sobrecapas. El MRI existente se utilizará para determinar el porcentaje de mejora en cada segmento de 100 metros.

Se debe medir la regularidad de la capa de superficie final pavimentada, tan pronto se termine el trabajo. El valor final del MRI debe cumplir con lo especificado en la Tabla 405-2.

Tabla 405-2.

Especificación de MRI para colocación de sobrecapas asfálticas en Mezcla Asfáltica en Caliente.

Rango inicial de MRI (m/km)	MRI final (m/km)
3,6 a 6,4	$\leq 3,2^{(1)}$
$> 6,4$	Reducción del 50% y $\leq 5^{(2)}$

⁽¹⁾ Al colocar la sobrecapa asfáltica deberá obtenerse un valor máximo de MRI final de 3,2 m/km.

⁽²⁾ Al colocar la sobrecapa asfáltica deberá presentar una mejora del MRI del 50% (con respecto al valor original), siempre y cuando no sobrepase un valor de IRI máximo de 5 m/km (Deben cumplirse ambas condiciones).

El porcentaje de mejora en el IRI se determinará con un decimal para cada segmento de 100 metros, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Mejora} = 100 \cdot (\text{IRI}_{\text{Original}} - \text{IRI}_{\text{Final}}) / \text{IRI}_{\text{Original}}$$

En caso de incumplimiento de los requisitos de los valores de MRI mostrados en la Tabla 405-2, la Administración ordenará al Contratista realizar las correcciones necesarias para cumplir con la especificación de MRI. La Administración estará facultada para autorizar o rechazar estas operaciones, las cuales deben considerar tramos completos de 100 metros. Para realizar la corrección de áreas defectuosas, se debe obtener la aprobación por parte de la Administración del método de corrección propuesto por el Contratista. En el momento en que se dé la finalización de los trabajos de corrección de defectos, la Administración ordenará la medición final de la regularidad en la totalidad del tramo intervenido como procedimiento de aceptación definitiva del MRI.

405.09 Control y verificación de calidad

El control de calidad de los materiales, productos y procesos, es responsabilidad exclusiva del Contratista y lo respaldará mediante constancias de calidad generadas a partir de las pruebas pertinentes realizadas por su laboratorio, debidamente aceptado por la Administración (laboratorios de control de calidad), con acreditación ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) para todos los ensayos o pruebas relevantes a efectos de realizar los diseños.

En la Tabla 405-3 Requerimientos Mínimos de Muestreo y Ensayos, se presentan los requisitos mínimos de ensayo y muestreo para aceptación, sin embargo el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto. Queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este plan de control de calidad del Contratista, debe contar con el aval de la Administración de cada proyecto y deberá estar de acuerdo con la normativa vigente relacionada con la Gestión de la Calidad.

La Administración, mediante su laboratorio de ensayo elaborará su plan de verificación y establecerá el tipo de ensayos y las frecuencias de la tabla 405-3 Requerimientos Mínimos de Muestreo y Ensayos, que permitan aplicar las Subsecciones 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), para determinar el pago del trabajo en función de la calidad. Adicionalmente cuando corresponda aplicará la subsección 107.02 Inspección Visual.

405.10 Medidas Correctivas en capas de Mezcla Asfáltica en Caliente

Cuando un proyecto presente defectos (segregación, deformación, desprendimiento, exudación, deslizamiento de la capa, textura, marcas de rodillo, grietas y partículas de agregado no recubiertas, entre otras) que sean identificados por la Administración y que sean atribuibles a cualquiera de las actividades de los contratistas, este deberá presentar un análisis detallado de las condiciones, sus posibles causas, sus consecuencias asociadas y las opciones de acciones a tomar para corregir los desperfectos junto con un programa de trabajo. Dicho análisis deberá provenir del consultor de calidad contratado por el Contratista.

La Administración recibirá, analizará y determinará la validez del informe y seleccionará la acción correctiva que justifique técnicamente la intervención. Todas las acciones correctivas que se ejecuten deben ser igualmente supervisadas y verificadas bajo ensayos que apliquen. El costo lo debe asumir el Contratista.

No se podrá aprobar el pago de las obras si no se realizan las medidas correctivas y si la ejecución de éstas no cuentan con la aprobación de la Administración.

405.11 Aceptación

Para la aceptación de los trabajos asociados a esta sección, se debe verificar el cumplimiento de los parámetros de aceptación que se establecen en la Tabla 405-3, que además se complementará con una inspección visual.

La calidad del agregado se evaluará de acuerdo con la Subsección 703.07 Agregado para mezcla asfáltica. El relleno mineral se evaluará de acuerdo con la Subsección 725.05 Relleno mineral. El asfalto sin modificar y el asfalto modificado se evaluarán de acuerdo con la Subsecciones 702.01 Asfalto y 702.02 Asfalto modificado, respectivamente. Los aditivos modificadores y los mejoradores de adherencia se evaluarán con la Subsección 702.09 Aditivos.

El Contratista debe proporcionar toda la información necesaria del avance, del proceso del trabajo y del control del comportamiento de la obra, de manera que sea posible comprobar que se cumpla a cabalidad con los requisitos del Contrato.

El material de relleno mineral, aditivos antidesnudantes, agentes de reciclado y el asfalto deberán ser evaluados de acuerdo con la Subsección 107.03 Certificación. Adicionalmente, el asfalto deberá ser evaluado de acuerdo con la Subsección correspondiente de Materiales de acuerdo al diseño de mezcla empleado (Secciones 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall, 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave®, 403 Diseño de mezclasasfálticas especiales y 404 Mezcla asfáltica reciclada procesada en planta de producción en caliente).

Para la producción de mezcla asfáltica se evaluará para efectos de pago el contenido de asfalto, el VMA, la densidad de núcleos con base en la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo). El VFA, granulometría y la gravedad máxima teórica se deberán medir y ensayar para determinar su aceptación de acuerdo con la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo).

La aceptación del diseño de mezcla deberá realizarse conforme lo establecido en las Secciones 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall, 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave®, 403 Diseño de mezclasasfálticas especiales y 404 Mezcla asfáltica reciclada procesada en planta de producción en caliente.

El porcentaje de compactación calculado de acuerdo con la medición de la gravedad específica máxima teórica será determinado de acuerdo con la producción de al menos un día. La compactación a aplicar resultará en densidades de al menos 92,0 % y máximo 97,0% de la gravedad específica máxima teórica (INTE 04-01-03) o en su defecto lo que determine el tramode prueba.

La evaluación de la regularidad de la capa asfáltica deberá ser hecha después de que todas las áreas defectuosas sean corregidas (Subsección 405.09 Control y verificación de calidad)y deberá cumplir con lo establecido en la Subsección 405.07 Control de Regularidad Superficial en capas de

Mezcla Asfáltica en Caliente y 405.08 Control de Regularidad Superficial en sobrecapas, reciclajes con sobrecapas o sobrecapas sobre fresados, de Mezcla Asfáltica en Caliente correspondientes al control de la regularidad superficial.

405.12 Medición

Se deben medir los ítems de la sección 405.13 Pago de acuerdo con la subsección 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimientos y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimiento de recepción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

La mezcla asfáltica producida en planta se medirá en tonelada métrica o por metros cúbicos en su posición final extendida, conformada, colocada, compactada y acabada.

En caso de usarse mezcla asfáltica reciclada, la escarificación será medida en conformidad con la sección 415 Perfilado (fresado) de capas asfálticas.

405.13 Pago

Dentro de esta sección se incluye el pago de las actividades descritas en las secciones 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall, 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave®, 403 Diseño de mezclas asfálticas especiales y 404 Mezcla asfáltica reciclada procesada en planta de producción en caliente, así como el suministro y la colocación de la mezcla asfáltica especificados en esta sección.

Los pagos de la mezcla asfáltica serán realizados en función de los resultados obtenidos por la verificación de la calidad del proyecto. Los resultados del control de calidad, que por obligatoriedad debe realizar el Contratista, deben ser presentados a la Administración con el fin de garantizar la uniformidad y demostrar el cumplimiento de las especificaciones contractuales.

Los pagos de la mezcla asfáltica se realizarán conforme lo indicado en la subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo), según lo indicado en la tabla 405-3 Requerimientos mínimos de muestreo y ensayo, y la sección 110.05 Alcance del Pago.

El pago para la mezcla asfáltica en caliente será hecho al precio determinado multiplicando el precio unitario del contrato por el factor de pago del material. El factor de pago del material es el factor de pago individual más bajo (menor) determinado para contenido de asfalto, gravedad específica (densidad), o cualquier malla individual de la granulometría del agregado o el promedio ponderado de los factores de pago por criterio individual, de acuerdo con los factores de ponderación definidos por la Administración para un proyecto particular.

El contratista deberá presentar un informe técnico mensual que justifique el monto de la factura por cobrar, indicando el avance de obra y el cumplimiento de especificaciones de acuerdo con el control de calidad.

Cada facturación mensual realizada por el Contratista, deberá estar sustentada con los respectivos ensayos de control de calidad emitidos por el laboratorio de control de calidad que certifiquen el cumplimiento de las especificaciones establecidas por la Administración para el pago del producto.

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.405.01 Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo A preparada en planta central	Tonelada métrica (t) de acuerdo con la sección típica
CR.405.02 Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo A preparada en planta central	Metro cúbico (m ³) de acuerdo con la sección típica
CR.405.03 Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo B preparada en planta central	Tonelada métrica (t) de acuerdo con la sección típica
CR.405.04 Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo B preparada en planta central	Metro cúbico (m ³) de acuerdo con la sección típica
CR.405.05 Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo C preparada en planta central	Tonelada métrica (t) de acuerdo con la sección típica
CR.405.06 Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo C preparada en planta central	Metro cúbico (m ³) de acuerdo con la sección típica
CR.405.05 Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo D preparada en planta central	Tonelada métrica (t) de acuerdo con la sección típica
CR.405.06 Capa de mezcla asfáltica en caliente tipo D preparada en planta central	Metro cúbico (m ³) de acuerdo con la sección típica
CR.405.07 Capa de mezcla asfáltica en caliente de granulometría abierta tipo OGFC preparada en planta	Tonelada métrica (t) de acuerdo con la sección típica
CR.405.08 Capa de mezcla asfáltica en caliente de granulometría abierta tipo OGFC preparada en planta	Metro cúbico (m ³) de acuerdo con la sección típica
CR.405.09 Capa de mezcla asfáltica en caliente de granulometría abierta tipo SMA preparada en planta	Tonelada métrica (t) de acuerdo con la sección típica
CR.405.10 Capa de mezcla asfáltica en caliente de granulometría abierta tipo SMA preparada en planta	Metro cúbico (m ³) de acuerdo con la sección típica
CR.405.11 Capa de mezcla asfáltica en caliente reciclada	Tonelada métrica (t) de acuerdo con la sección típica
CR.405.12 Capa de mezcla asfáltica en caliente reciclada	Metro cúbico (m ³) de acuerdo con la sección típica
CR.405.13 Ligante asfáltico (se debe especificar el tipo)	Metrocúbico (m ³)
CR.405.14 Ligante asfáltico (se debe especificar el tipo)	Litro(l)
CR.405.15 Relleno mineral	Tonelada métrica(t)
CR.405.16 Relleno mineral	Metro cúbico(m ³)

Tabla 405-3

Requerimientos Mínimos de Muestreo y Ensayos

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Método de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
Agregado	Se debe medir y ensayar para determinar la aceptación (107.04)	<u>Grueso</u> Abrasión, Sanidad en Sulfato de Sodio, Caras fracturadas, índice de durabilidad, Grumos de arcilla y partículas friables, carbonato soluble, Porcentaje de partículas planas y alargadas, Gbs, absorción	---	Subsección 703.07	1 por tipo y fuentes de material	Fuente de materiales	Sí	Antes de la producción
		<u>Fino</u> Sanidad en Sulfato de Sodio, Angularidad del agregado, Equivalente de arena, índice de durabilidad, Grumos de arcilla y partículas friables						

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Método de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
Asfalto	Se debe medir y ensayar para determinar su aceptación de acuerdo con (107.03 y 107.04)	Clasificación por Viscosidad a 60 °C	---	Subsección 702.01, Tablas 702.01 y Tabla 702.02	1 por lote de asfalto	Entre el tanque y la planta de mezclado	Muestra de 1 galón	Antes de la producción
		ó Clasificación por Grado de Desempeño	---	Subsección 702.01, Tablas 702.03				
Asfalto modificado	Se debe medir y ensayar, antes y después de modificar el asfalto, para determinar su aceptación de acuerdo con (107.04)	Recuperación elástica y Punto de Ablandamiento	---	Subsección 702.02	1 por lote de asfalto	En la planta antes de ser mezclado con el agregado	Muestra de 1 galón	Antes de la producción
Mezcla asfáltica en caliente (diseño de mezcla)	Se debe medir y ensayar para determinar aceptación (107.04)	Granulometría	---	Secciones 401,402,403 y 404	1 por diseño de mezcla suministrado	Apilamientos y combinada según fórmula de trabajo para la mezcla	Sí	28 días antes de producir
		Contenido de asfalto, VMA, VFA, Vacíos, Relación Polvo/Asfalto, tensión diametral retenida, compresión uniaxial seca y retenida, Gravedad	---	Secciones 401,402,403 y 404	1 por diseño de mezcla suministrado	---	---	28 días antes de producir

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Método de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
		específica máxima teórica, Estabilidad y Flujo (Marshall)						
Mezcla asfáltica en caliente (producción)	Estadística para pago (107.05)	Contenido de asfalto, Vacíos, Granulometría (Tamiz 3/8"; N°4, N°30, N°200)	I	Secciones 401,402,403 y 404	1 cada 700 Tm o mínimo 1 por día de producción sino se producen las 700 Tm	Después de la producción y antes de la compactación	Sí	24 horas
		Densidad de núcleos	I	Secciones 401,402,403 y 404	1 cada 120 Tm	En sitio	Núcleos de mezcla asfáltica después de compactación	72 horas
	Se debe medir y ensayar para determinar su aceptación de acuerdo con (107.04)	Gravedad específica máxima teórica (densidad), VMA, VFA, Relación Polvo/Asfalto	---	Secciones 401,402,403 y 404	1 cada 700 Tm o mínimo 1 por día de producción sino se producen las 700 Tm	Después de la producción y antes de la compactación	Sí	24 horas
		Temperatura de la mezcla asfáltica	---	Subsección 405.05.02	Primera carga o lo que indique la Administración	En góndola de vagoneta antes de ser extendido	---	Cuando se completen los ensayos
		Tensión diametral retenida, compresión uniaxial seca y retenida, Estabilidad y Flujo (Marshall)	---	Secciones 401,402,403 y 404	1 cada 15 días	En góndola de vagoneta según la que indique la Administración	Sí	72 horas
		Deformación plástica luego de 8000 ciclos y Repeticiones para la falla por fatiga a 20°C para un nivel de deformación	---	Secciones 401,402,403 y 404	1 por mes	En góndola de vagoneta según la que indique la Administración	Sí	1 mes

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Método de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
		unitaria controlada de 400 E-6 y 600 E-6 mm/mm						
Mezcla asfáltica en caliente (estructura nueva de pavimento)	Se debe medir y ensayar para determinar su aceptación de acuerdo con (107.04)	Regularidad	---	AASHTO PP 50, PP 51 Y PP 52	Subsección 405.07	Subsección 405.07	---	14 días después de finalizado el trabajo
Mezcla asfáltica en caliente (Sobrecapas)	Se debe medir y ensayar para determinar su aceptación de acuerdo con (107.04)	Regularidad	---	AASHTO PP 50, PP 51 Y PP 52	Subsección 405.08	Subsección 405.08	---	14 días después de finalizado el trabajo

(1) Los ensayos de VCA y Ecurrimiento solo deberán ser realizados para mezclas de matriz de agregado grueso (SMA), de acuerdo con lo especificado en la sección 403 Diseño de mezclas asfálticas especiales.

Sección 411.) TRATAMIENTOS SUPERFICIALES ASFÁLTICOS

411.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción de un tratamiento superficial asfáltico simple o múltiple con agregado o agregado pre-recubierto. Este trabajo también incluye la construcción de un riego asfáltico de niebla (fogseal) sin agregado.

La designación para agregado en tratamientos superficiales se muestra en las Tablas No. 411-2, 411-3 y 411-4.

La designación del asfalto se muestra en AASHTO M 20 o M 226 para el cemento asfáltico y en AASHTO M 140 o M 208 para asfaltos emulsionados y asfaltos emulsionados.

411.02 Materiales.

De conformidad con las siguientes Subsecciones:

Agregado	703.10
Cemento asfáltico	702.01
Material de secado	703.13
Emulsión asfáltica	702.03
Asfalto rebajado	702.04

Requisitos para la construcción

411.03 Dosificación de diseño.

Para tratamientos superficiales se deberá suministrar la siguiente información, junto con muestras de los materiales, para la aprobación por el Contratante, con una anticipación de 21 días al inicio de las obras.

- a) Muestras de agregado. Al menos tres muestras por apilamiento con un tamaño de muestra de 35 kg cada una para determinar el rango de granulometría correspondiente a cada uno.
- b) Granulometría de diseño. Se debe suministrar la dosificación porcentual de cada apilamiento a ser utilizado, así como la granulometría de diseño correspondiente (porcentajes pasando cada tamiz especificado).

- c) Muestras de ligante asfalto. 2 litros de material asfáltico o de la emulsión asfáltica del mismo origen, tipo y grado utilizado en la construcción del tratamiento superficial. Entiéndase por material asfáltico al tipo particular siguiente: cemento asfáltico, emulsión asfáltica o asfalto rebajado.
- d) Temperatura del asfalto. Se deberá aplicar el asfalto a la temperatura indicada en la Tabla 702-10.
- e) Velocidades de aspersión. La velocidad de aspersión del agregado y del material asfáltico.

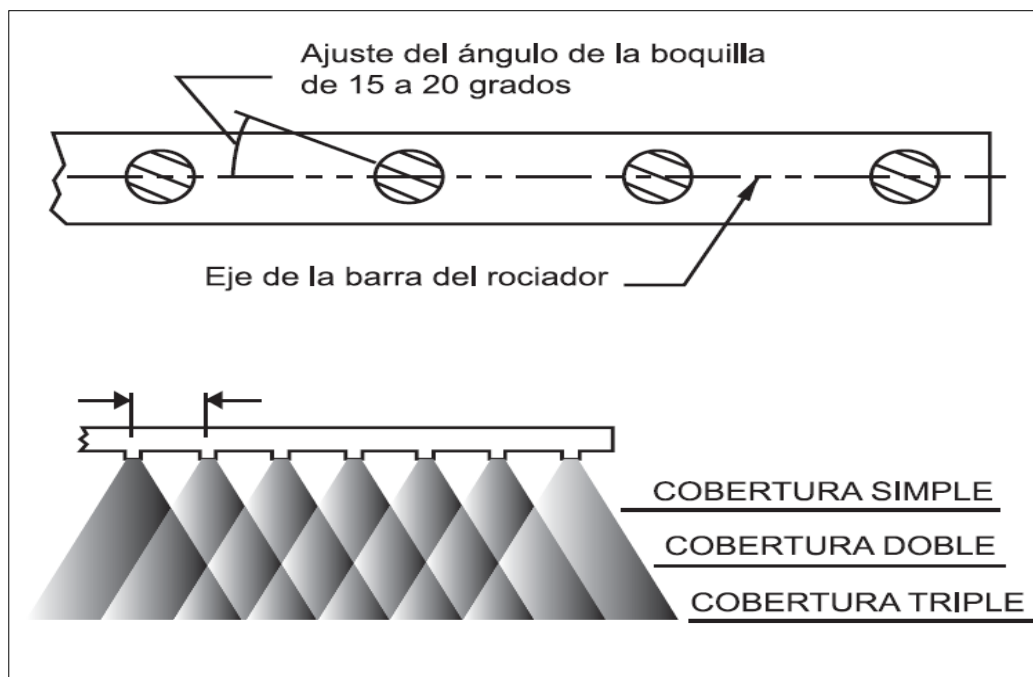
411.04 Equipamiento.

Deberá disponerse del siguiente equipamiento para las obras:

- a) Distribuidor de asfalto. Ver Figura 411-1.
Capaz de calentar de manera uniforme el material asfáltico del tipo y grado a utilizar en las obras.
Barra de aplicación por rocío ajustable, con un ancho mínimo de 4,6 m.
Sistema de control que incluya un tacómetro, medidor de presión de rocío (manómetro), dispositivo indicador para medir el volumen o un tanque calibrado que permita distribuir el asfalto de manera uniforme sobre el ancho total con una precisión de $\pm 0,08$ L/m² con respecto la dosificación de diseño Termómetro para medir la temperatura del material almacenado en el tanque.
- b) Barredora rotatoria propulsada. Autopropulsada capaz de controlar la presión vertical de la barredora

Figura 411-1.

Ajuste del ángulo de las boquillas y la altura de la barra de rocío para una cobertura apropiada.



- c) Compactadores de llantas de hule. Se deberá proveer un mínimo de dos compactadores de llantas de hule con las siguientes capacidades:
 - Autopropulsado.
 - Ancho mínimo de compactación de 1,5 m;
 - Peso bruto ajustable dentro del rango de 3,5 a 6,5 kg/mm del ancho de compactación. Presión mínima de contacto de 550 kPa.
- d) Distribuidor de agregado.
 - Autopropulsado.
 - Mínimo de 4 llantas de hule en dos ejes;
 - Sistema de control que permita depositar el agregado de manera uniforme sobre el ancho total de la aplicación de asfalto, con una precisión de 10 % por peso de las tasas de dosificación de diseño.
- e) Otros equipos. Se pueden usar otros equipos de desempeño comprobado, además de o junto con el equipo anteriormente especificado, cuando sea aprobado por el Contratante. Se deberá proveer de una comunicación bidireccional entre el distribuidor de asfalto y el distribuidor de agregado si la geometría de la carretera no permite el contacto visual.

411.05 Preparación de la superficie.

En las superficies existentes, se deberá asegurar que la superficie está seca. Inmediatamente antes de la colocación de la capa, se quitará la suciedad suelta y otros materiales objetables de la superficie a través de métodos aprobados (barrido ó soplado). En los sellos de niebla (fogseal) en que se usa una emulsión de rompimiento lento, la emulsión deberá estar diluida en una parte igual de agua. Se aplicará la emulsión diluida a una tasa de 0,65 L/m². Se preparará la superficie de acuerdo con la Subsección 303.07.

En superficies de agregado existentes, se deberá imprimir la superficie de acuerdo con el método de la Sección 413. Se deberá permitir que la superficie imprimada se cure al menos 5 días para asfaltos rebajados o 24 horas para emulsiones asfálticas. Asegurar que la superficie imprimada está seca para tratamientos superficiales que usan asfalto o ligeramente húmeda para tratamientos que utilizan emulsiones asfálticas.

411.06 Limitaciones climáticas.

Se podrán aplicar los tratamientos superficiales con agregado sólo cuando la temperatura del aire a la sombra y la temperatura de la superficie sean ambas mayores a 16 °C y con tendencia a incrementarse, y cuando el ambiente no esté con neblina o lluvioso, y cuando no se tenga anticipado que vaya a llover por al menos 24 horas luego de la aplicación. En caso de presentarse una condición lluviosa o con neblina debe suspenderse la actividad.

Se podrán aplicar los sellos de niebla (fogseal) sólo cuando la temperatura del aire a la sombra y la temperatura de la superficie sean ambas mayores a 10 °C y con tendencia a incrementarse, y cuando el ambiente no esté con neblina o lluvioso, y cuando no se tenga anticipado que vaya a llover por al menos 24 horas luego de la aplicación.

Se deberán completar todas las aplicaciones de los tratamientos superficiales al menos 2 horas antes del anochecer.

411.07 Procedimientos para iniciar la producción para tratamientos superficiales.

Requisitos de pre-construcción

Se debe organizar una reunión antes de iniciar las operaciones con anticipación mínima de 10 días naturales con asistencia de personal del proyecto (Contratante) y del contratista.

En esta reunión los participantes deberán estar preparados para entregar y discutir la siguiente información:

- Cronograma propuesto de operaciones
- Lista de todo el equipo y personal a ser utilizado en la producción y ejecución del trabajo
- Plan propuesto para controlar el tráfico
- Analizar la Sección 153, cronograma para la frecuencia mínima para el muestreo y ensayos para el control del proceso (A ser realizado por el Contratista)
- Discutir las Subsecciones 411.07, 411.08 y 411.09
- Discutir la prevención de derrames y el plan de contingencia de seguridad

El inicio de las labores de construcción se deberá notificar con una anticipación de siete días. Adicionalmente, se requerirá el aviso previo de siete días cuando se esté reanudando la construcción, en el caso de ser interrumpida por aplicaciones de tratamientos superficiales no conformes con esta normativa.

En el primer día de construcción, o cuando se dé un cambio en la textura de la superficie o la granulometría del agregado, se realizará un tramo de prueba o franja de control de 150 m, con el ancho de un carril.

Se deberá construir el tramo de prueba o franja de control utilizando los materiales, los procedimientos de colocación y compactación previstos que se aplicarán en el resto de la construcción del tratamiento superficial. Se terminarán las obras del primer día cuando se concluya el tramo de prueba o franja de

control. El tramo de prueba estará sujeto a la evaluación del cumplimiento de las especificaciones aplicables a los materiales y al tramo.

Tramos de prueba que cumplan con las especificaciones aplicables serán aceptados como parte de los trabajos terminados.

Se construirán tantos tramos de control como se requiera hasta lograr el cumplimiento de las especificaciones para el tratamiento experimental terminado.

Tramos de prueba no conformes con los requisitos de aceptación serán removidos y reemplazados a costo del contratista.

411.08 Aplicación del asfalto.

Se calibrará la barra de aspersión del distribuidor de asfalto: la altura, el ángulo de las boquillas, la presión de bombeo y se verificarán semanalmente las tasas de aspersión longitudinales y transversales de acuerdo con el método ASTM D 2995.

Si se utilizan diferentes distribuidores de asfalto, calibrar cada uno antes de usarlos en el proyecto. Asegurarse que la longitud de aspersión no sea mayor de lo que se va a cubrir con el agregado inmediatamente después de su aplicación.

Se protegerán las superficies de los objetos cercanos para evitar que se salpiquen o estropeen durante el rocío de cemento asfáltico. Se colocará papel protector en la superficie a lo largo de una distancia suficiente, al inicio y final de cada aplicación, de manera que el flujo de rocío de cemento asfáltico a través de las boquillas del distribuidor se inicie y detenga sobre el papel protector.

El Contratante aprobará la tasa exacta de dosificación, temperatura y área a ser tratada antes de la aplicación y puede hacer ajustes por variaciones en las condiciones del sitio. Se aplicará el asfalto uniformemente con el distribuidor. Se deberá mover el distribuidor hacia delante a la velocidad apropiada de aplicación al mismo tiempo que la barra de aspersión se abre. Deberá tenerse cuidado de no aplicar asfalto en exceso sobre las juntas entre riegos.

Se deberán hacer las correcciones de las áreas con deficiencias. Se deberá quitar y desechar de forma apropiada el papel o cualquier otro material utilizado que no forma parte del acabado final aprobado por el Contratante.

411.09 Aplicación del agregado.

Cuando se aplique el cemento asfáltico, la superficie del agregado debe estar seca. Cuando se utilice emulsión asfáltica, el agregado debe estar húmedo y libre de polvo.

El Contratante aprobará la tasa exacta de dosificación y el área a ser tratada antes de la aplicación. Cualquier trabajo previo a la aplicación y cambios de dosificación deberán ser aprobados por el Contratante. Se aplicará el agregado de manera uniforme con el distribuidor inmediatamente después de que el asfalto es aplicado de acuerdo con la dosificación de diseño. Se deberá operar el distribuidor de agregado de manera tal que el asfalto sea cubierto con el agregado antes de que las llantas le pasen por encima. Durante la construcción parcial (una parte del ancho de la calzada), se deberá dejar una franja de 150mm de cemento asfáltico sin aplicación de agregado, para permitir el traslape de cemento asfáltico en posteriores aplicaciones adyacentes.

Figura 411.2.

Distribuidor de agregado tipo tolva con compuerta trasera

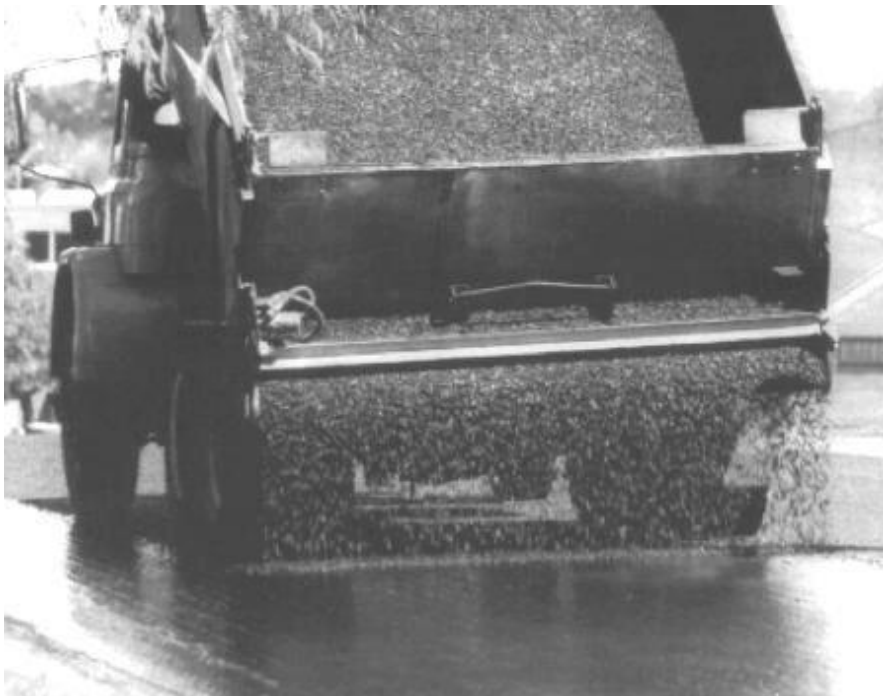


Foto cortesía del Instituto del Asfalto

Figura 411.3.
Distribuidor de agregado autopropulsado



Se deberán corregir inmediatamente los excesos y deficiencias por medio de barrido o por la adición o remoción de agregado hasta lograr una textura uniforme. Tales prácticas podrán ser manuales en áreas no accesibles al equipo de barrido autopropulsado.

Agregados pre-recubiertos

Prerecubrir el agregado usado para tratamientos superficiales tiene el propósito de mejorar la adherencia entre las partículas de agregado y el ligante utilizado. Es particularmente útil para solucionar el efecto negativo que se obtiene con agregados recubiertos con polvo o muy húmedos. En conjunto con el prerecubrimiento se pueden utilizar agentes mejoradores de adherencia para contrarrestar problemas de afinidad entre el asfalto y algunos tipos de agregado.

El agregado utilizado debe tener un porcentaje de polvo menor al 2 %, sin embargo la mayoría de los agregados van a contener algún porcentaje de polvo significativo debajo de este límite producto de su almacenamiento en los apilamientos, por lo que la opción de prerecubrimiento del agregado puede ser considerada.

Cuando se utilicen agregados prerecubiertos, deben ser mezclados en el proyecto o en una planta de mezclado.

En el proyecto los agregados deben ser prerecubiertos inmediatamente antes de ser colocados utilizando emulsiones diluidas o asfaltos rebajados, logrando un recubrimiento de más de un 90 % de la superficie de los agregados, sin embargo se debe considerar que el pre-recubrimiento para uso inmediato debe realizarse de forma simultánea con la recarga de la maquinaria de distribución de agregado, preferiblemente con equipo que permita la recarga y el prerecubrimiento en una

misma operación. Los materiales deben ser usados el mismo día en que son prereducidos.

En la planta de mezclado el prereducimiento se realiza con materiales de base asfáltica que dejen una delgada capa de material bituminoso adherida sobre el agregado. Estos materiales son rebajados en un porcentaje entre 30 % y 40 % de asfalto por volumen de mezcla, o emulsiones asfálticas que han sido formuladas para proveer de una delgada capa de recubrimiento sobre el agregado. Las emulsiones asfálticas tienen la ventaja de no contener aceites, lo cual reduce la adherencia prematura, facilitando la trabajabilidad y además son más amigables con el medio ambiente.

Cuando se utilicen asfaltos rebajados en planta es preferible que el prereducimiento se realice de 1 a 4 semanas antes de su uso para permitir que el recubrimiento se asiente y evitar así que el tránsito levante el material y que el ligante se suavice. El material se puede almacenar por periodos de hasta 12 meses pero se requiere el uso de rejuvenecedores luego de periodos de almacenamiento prolongados antes de su uso.

El prereducimiento puede realizarse en el quebrador o en los apilamientos del patio de almacenamiento de la planta. El agregado prereducido debe protegerse del polvo por medio de lonas o plásticos impermeables colocados sobre el apilamiento.

Tasas de aplicación del prereducimiento

La cantidad de material de prereducimiento aplicado debe ser suficiente como para que todas y cada una de las partículas de agregado sean recubiertas de forma uniforme. El equipo y el procedimiento para prereducir el agregado debe además asegurar que el agregado pueda ser distribuido sobre la superficie de forma uniforme, tal y como es requerido en un tratamiento superficial. Generalmente las emulsiones asfálticas requieren tasas de aplicación superiores que los asfaltos rebajados. La tabla siguiente muestra la tasa de aplicación recomendada.

Tabla 411-1
Materiales de pre-recubierta

Calidad agregado	del	Material de pre-recubierta	
		Material con base asfáltica incluye emulsiones asfálticas (l/m ³)	Asfaltos rebajados (l/m ³)
Agregado limpio		6 - 12	4 - 10
Agregado con polvo	con	8 - 14	6 - 12

En todos los casos se debe recubrir el agregado con 1,0 % a 2,0 % de asfalto residual, por peso total de agregado. Mantener las cualidades de flujo de los agregados recubiertos, para que la distribución del agregado sea satisfactoria al utilizar el distribuidor de agregado.

Se operarán los compactadores a una velocidad máxima de 8 km/h. No se permite que el agregado sea desplazado por las superficies de las llantas. Se deberá compactar la superficie de manera que se garantice la adherencia del agregado de manera uniforme sobre todo el ancho. Se deberá completar la compactación en el transcurso de 1 hora a partir de que el asfalto sea aplicado sobre la superficie.

411.10 Sello de niebla asfáltica (Fogseal)

Un sello de niebla (Fogseal) se puede definir como: una leve aplicación de asfalto diluido o emulsificado usado principalmente para sellar el exceso de vacíos superficiales en una sobrecapa o para reducir el desprendimiento de agregados “raveling”, así como para corregir deficientes aplicaciones de asfalto en tratamientos superficiales “chip seals” muy secos u oxidados.

Aplicaciones

Los “fog seals” son un tipo de tratamiento de preservación que puede tener las siguientes aplicaciones: a) adicionar asfalto a una superficie de pavimento existente para mejorar las propiedades impermeabilizantes de la sobrecapa, b) prevenir futuras pérdidas de agregado en el sitio (“raveling”), c) corregir o retardar el efecto del envejecimiento en la mezcla asfáltica o d) simplemente mejorar la apariencia superficial de la sobrecapa. Sin embargo, un uso inapropiado o una mala aplicación de un “fog seal” pueden resultar en una superficie resbalosa y peligrosa.

Se podría considerar al “fog seal” como un tratamiento que tiene la función de rejuvenecer las superficies sobre las cuales se aplica ya que agrega una nueva capa de asfalto fresco y ayuda a aumentar la vida útil del pavimento.

Como se mencionó anteriormente son útiles en el caso de tratamientos superficiales recién colocados ya que ayudan a corregir deficiencias constructivas o de diseño al mantener el agregado del tratamiento superficial en su lugar, evitando que el tránsito levante agregado y provoque accidentes.

Se puede considerar el uso de “fog seals” para el sellado de microfisuras sobre mezclas convencionales.

Para lograr los propósitos mencionados anteriormente, la capa de emulsión debe llenar los vacíos en la superficie del pavimento, por lo tanto, durante su

aplicación debe tener una viscosidad lo suficientemente baja como para penetrar los vacíos superficiales antes de “romper”. Para lograr este propósito es ideal que la emulsión utilizada sea de rompimiento lento diluida en agua. Si la emulsión no se diluye adecuadamente y no logra penetrar en los vacíos superficiales se corre el peligro de provocar una superficie altamente deslizante.

Figura 411.4

Superficie apta para la colocación de un “fogseal”. Mezcla densa altamente envejecida.



Figura 411.5

Superficie de colocación.



(a)



(b)

(a) Superficie no apta para la colocación de un “fog seal”. Mezcla densa muy cerrada.

(b) Superficie apta para la colocación de un “fog seal”. Mezcla abierta.

Materiales

Principalmente se utiliza emulsión asfáltica y agua. En algunos casos, las emulsiones son modificadas con aditivos para propósitos especiales. Por ejemplo, se puede agregar aceites rejuvenecedores para suavizar y revitalizar el ligante envejecido en el pavimento. Algunos tipos de emulsión utilizada pueden ser CSS-

1h (Catiónicas de rompimiento lento) y SS-1h (aniónicas de rompimiento lento). En algunos casos se podrían utilizar CQS-1h (Catiónicas de rompimiento entre lento y medio) o LMCQS-1h (Catiónicas de rompimiento entre lento y medio modificadas con látex) para una mayor velocidad de rompimiento.

Las emulsiones asfálticas nacionales contienen entre un 35 % y 40 % de agua, sin embargo, cualquier referencia a dilución en el tema de los “fog seals” se refiere a agua adicional agregada a la emulsión y el asfalto residual es el ligante remanente luego de que toda el agua (incluyendo la agregada y la que forma parte de la emulsión original) se ha evaporado.

Condiciones de Sitio

Para ser efectivo el “Fog Seal” debe romper a una velocidad adecuada y debe curar completamente. Este proceso debe realizarse en su totalidad a una tasa que permita el paso del tránsito sin que la emulsión sea levantada por las llantas de los camiones o vehículos. Para lograr esto el ligante debe recubrir con una película continua toda la superficie previa al paso de los vehículos. Las películas de asfalto no se forman bien a bajas temperaturas y en ausencia de diluyentes de baja viscosidad. Por consiguiente, el clima templado, con poca o ninguna posibilidad de lluvia es necesario para una aplicación exitosa. El “Fog Seal” no debe ser aplicado cuando la temperatura ambiente es menor de 10 °C y la temperatura del pavimento menor de 15 °C.

Si ocurre lluvia inesperada, antes de que la emulsión rompa, esta puede ser lavada de los poros del pavimento y romper muy superficialmente creando superficies muy resbalosas.

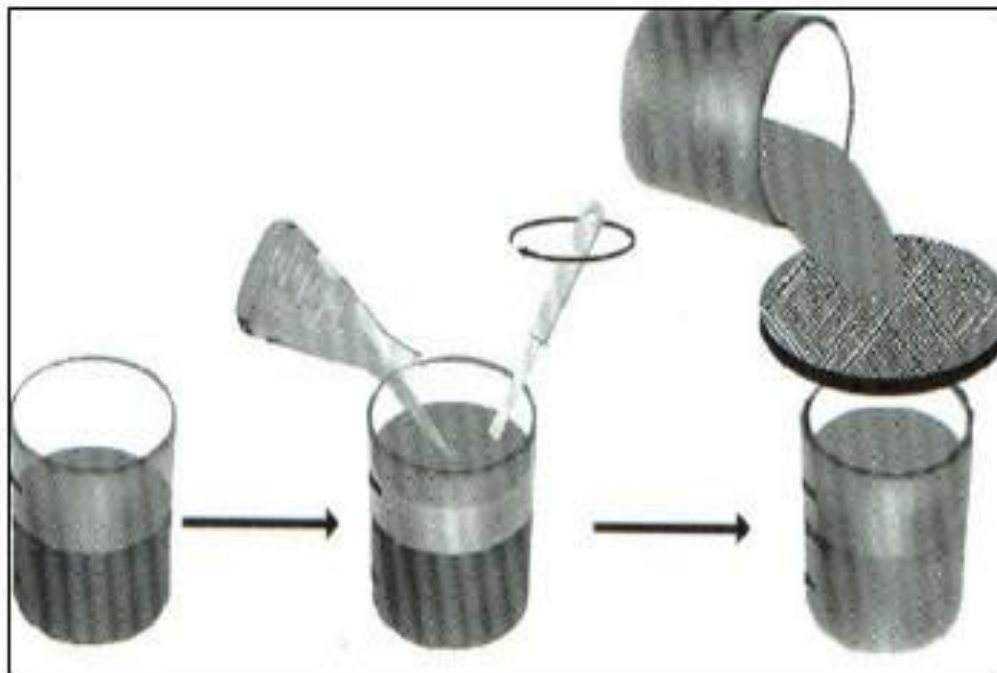
Preparación de los materiales

Las emulsiones asfálticas nacionales contienen entre un 35 % y 40 % de agua; sin embargo, debe ser diluida aún más antes de usarse. Esta dilución adicional reduce la viscosidad y permite controlar la colocación hasta de pequeñas cantidades de asfalto residual. Una dilución de un 50 % (1:1) es requerida. El agua de dilución debe ser potable y libre de sólidos detectables o sales solubles incompatibles (aguas pesadas).

La compatibilidad entre el agua y la emulsión puede ser verificada mezclando 0,5 litros de emulsión con 0,5 litros de agua, se mezcla por un período de 2-3 minutos con un mezclador, la mezcla resultante se pasa por una malla #100 (150 mm). Si más de un 1% por peso del material es retenido en la malla, el agua no es compatible y se van a producir obstrucciones en las boquillas del distribuidor de asfalto.

El agua incompatible puede ser tratada con un emulsificante en un porcentaje de 0,5-1 % (recomendado por el fabricante). La solución emulsificante debe ser agregada al tanque de agua y circulada de 10 a 15 minutos por medio de una bomba antes de ser agregada a la emulsión. Si se realiza un tratamiento al agua, la prueba de compatibilidad debe realizarse nuevamente para asegurar la compatibilidad.

Figura 411.6.
Verificación de la compatibilidad del agua y la emulsión.



La emulsión no debe ser diluida con el agua por más de 24 horas antes de ser usada, con el fin de evitar que se asiente. El agua es la que se debe agregar a la emulsión y no al contrario y debe ser circulada usando una bomba centrífuga u otro mecanismo apropiado para asegurar la uniformidad de la mezcla.

El camión distribuidor debe estar apropiadamente calibrado (sincronización entre velocidad, presión de rocío, altura de la barra rociadora y ángulo de la boquillas) de acuerdo a lo establecido en la Subsección 411.08 y 411.15. Se recomiendan “boquillas” de rociado con aberturas de 4 a 5 mm. La emulsión puede ser calentada a una temperatura máxima de 50 °C; sin embargo, es rociada generalmente a temperatura ambiente. La emulsión es rociada a una tasa que depende de las condiciones de la superficie (ver Tabla 411-2). Una sección de prueba representativa de la totalidad de la superficie debe seleccionarse para aproximar tasas de rociado. Tasas de aplicación típicas para emulsiones diluidas (1:1) van de 0,15 a 1,0 l/m² dependiendo de las condiciones de la superficie. Una

emulsión 1:1 es una emulsión original que luego fue diluida con agua en la misma proporción.

Tabla 411-2.
Recomendaciones para Tasas de Aplicación

% Emulsión original	Tasa Dilución	Superficie Densa*	Superficie Porosa*
		(l/m ²)	(l/m ²)
50	1:1	0,15 – 0,5	0,4 – 1,0

* Superficie Densa: Poca absorción y relativamente liso.

** Superficie Porosa: Relativamente porosa y absorbente, con vacíos superficiales.

Estimación de la tasa de aplicación

Para estimar la tasa de aplicación, para el “fog seal” se debe tomar una lata de un litro de emulsión (usualmente 1:1 tasa de dilución), y verter uniformemente en un área de 1 m². Esto representa una tasa de aplicación diluida de 1 l/m². Si la emulsión no es absorbida por la superficie después de 2-3 minutos, se reduce la tasa de aplicación de la emulsión y se aplica a una nueva área de 1 m² y se repite hasta que se encuentre la tasa de aplicación aproximada. Si después de la primera prueba, la superficie parece poder absorber más emulsión, se incrementa la tasa de aplicación de la emulsión y se vierte sobre una nueva área de 1 m². Se repite hasta que la tasa de aplicación sea la correcta.

Control de tráfico

Los sistemas de control de tráfico deben estar en el lugar de trabajo antes de que se inicie la operación. El control de tráfico sirve tanto para la seguridad del público que transita por la zona, como para el personal que labora en el proyecto. El control de tráfico incluye signos de construcción, conos, barricadas, personal con banderas y vehículos guías para mantener el tráfico fuera de la zona de trabajo.

El control de tráfico también se requiere para proteger la integridad de la aplicación. El tiempo de curado para los materiales del “Fog Seal” puede variar dependiendo de las condiciones de la superficie de pavimento y las condiciones del tiempo a la hora de la aplicación. En condiciones ideales, incluyendo un incremento en la temperatura del aire y superficie, se sugiere mantener el tráfico alejado por al menos 2 horas y hasta cuando se alcancen los valores de resistencia al deslizamiento permitidos.

Seguridad (Equipo de protección personal)

Todos los empleados deben usar y contar con el sistema de seguridad propuesto para la operación de “Fog Seal”. Se incluye, pero no se limita a ellos, casco, camisas aprobadas por la Administración, chalecos de seguridad, auriculares, botas, guantes y anteojos de seguridad.

Control de Calidad

El control de calidad es crítico en el funcionamiento y vida útil del tratamiento “Fog Seal”. Debe haber un esfuerzo cooperativo entre los representantes del Contratante y representantes de la Constructora para realizar inspecciones en todo el equipo de proyecto antes y durante la operación. Las piezas principales del equipo para una operación de “Fog Seal” son el camión distribuidor y la barra de distribución. Es crítico que ambas funcionen bajo las especificaciones del proyecto. La barra rociadora debe colocarse a una altura apropiada de la superficie del pavimento y los inyectores deben colocarse con el ángulo apropiado para asegurar una aplicación uniforme sobre toda la superficie (ver Subsección 411.08 y 411.15). Las temperaturas del material deben también ser medidas para propósitos de control de calidad.

La emulsión debe ser certificada según especificaciones, de acuerdo con muestreos establecidos y procedimientos de pruebas. El exceso de emulsión puede crear pavimento pulido.

Se recomienda que las inspecciones del proyecto sean conducidas de forma que cualquier deficiencia en mano de obra o materiales sea tratada y corregida.

Es responsabilidad del Contratante conocer cómo se comportan los “Fog Seals” sobre diferentes condiciones de superficie y en diferentes zonas climáticas.

Tratamiento Posterior

Una capa de arena puede ser usada, aproximadamente 1 kg/m², para permitir una apertura al tráfico temprana (de acuerdo con la Sección 413). El barrido también se puede aplicar a criterio del Ingeniero de Proyecto. Incluso con la capa de arena, el control de tráfico puede ser requerido para mantener velocidades bajas.

La resistencia al deslizamiento (coeficiente de fricción) luego de la aplicación del “fog seal” debe cumplir la normativa nacional vigente y no debe presentar valores inferiores de “Grip Number” de 0,48 medidos con el “Grip Tester”. Un pavimento tratado no debe abrirse al tráfico antes de que se registre un valor adecuado de resistencia al deslizamiento. Si el tratamiento no produce un coeficiente de fricción aceptable se deben implementar las acciones correctivas antes de permitir el flujo vehicular de forma libre.

Figura 411.7.
Aplicación de un “fogseal”



Foto cortesía del Instituto del Asfalto

411.11 Tratamiento superficial simple.

Un tratamiento superficial simple consiste en una aplicación de cemento asfáltico, seguida inmediatamente por una aplicación simple y uniforme de agregado. Se aplicarán el cemento asfáltico y el agregado de acuerdo con las Subsecciones 411.08 y 411.09, a las tasas de dosificación definidas en la Tabla 411-3. Se determinarán las dosis exactas de diseño con base en la evaluación de tramos de prueba aprobados; cualquier ajuste será reportado al Contratante, para su valoración y aprobación.

Se deberá utilizar un automóvil piloto, de acuerdo con la Sección 635, para limitar la velocidad del tránsito. Durante los 45 minutos iniciales luego de la compactación, se deberá limitar la velocidad de tránsito a 15 km/h. Durante las 24 horas posteriores se deberá limitar la velocidad de tránsito a 30 km/h.

La mañana posterior a la construcción se deberá barrer la superficie del tratamiento superficial. Se aplicará material de secado para mantener la superficie durante 4 días, de acuerdo con la Subsección 703.13, para absorber cualquier exceso de cemento asfáltico y para reparar áreas deficientes en agregado. Los materiales de exceso serán removidos con un sistema de barrido autopropulsado, cuando la temperatura sea menos de 24 °C; debe tenerse la precaución de no desprender material ya embebido en el cemento asfáltico.

Tabla 411-3**Cantidades aproximadas de material para tratamientos superficiales simples**

Designación	Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Granulometría del agregado (1)	Cantidad estimada de agregado (kg/m ²)	Cantidad estimada de emulsión asfáltica (3) (L/m ²)	Cantidad estimada de cemento asfáltico (3) (L/m ²)
1A	19,0	B	22 - 27	1,8 - 2,5	1,2 - 1,7
1B	12,5	C	14 - 16	1,4 - 2,0	0,9 - 1,4
1C	9,5	D	11 - 14	0,9 - 1,6	0,6 - 1,1
1D	4,75	E	8 - 11	0,7 - 1,0	0,5 - 0,8
1E	Arenas	F	5 - 8	0,5 - 0,8	0,4 - 0,7

Fuentes: FP-03 Metric Units, Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FHWA, Estados Unidos.

(1) Ver Tabla 703-7 para las granulometrías del agregado.

(2) Las masas de agregado se refieren a agregados que tienen una gravedad específica de 2,65, determinada por AASHTO T 84 y AASHTO T 85. Deberán hacerse las correcciones de dosificación cuando el agregado de diseño tenga una gravedad específica bruta sobre 2,75 o por debajo de 2,55; aplicando el método que defina el Contratante.

(3) Se debe ajustar el contenido de asfalto según en la condición de la carretera.

Tabla 411-4**Tasas de aplicación para asfalto rebajado**

Aplicación de las cargas	Designación de tratamiento superficial y granulométrico del agregado (1)				
	B	C	D	E	F
Aplicación de asfalto rebajado o cemento asfáltico (l/m ²)	1,80	1,15	0,90	0,70	0,70

(1) Ver Tabla 703-11 para granulometría del agregado.

411.12 Tratamientos superficiales múltiples.

Un tratamiento superficial múltiple consiste en una aplicación de múltiples capas de cemento asfáltico y agregado. Se aplicará cada capa de cemento asfáltico y agregado de acuerdo con las Subsecciones 411.08 y 412.09 y las tasas de dosificación mostradas en las Tablas 411-2 ó 411-4 y en las Subsecciones 411.08

y 411.09. Se determinarán las tasas de dosificación a partir de la evaluación de los tramos de prueba aprobados.

Mantener la superficie y limitar el tránsito de acuerdo con la Subsección 411.11.

No se requiere esperar entre aplicaciones de tratamientos superficiales cuando se utiliza un cemento asfáltico. Deberá esperarse un plazo de al menos 24 horas entre aplicaciones cuando se utiliza emulsión asfáltica. Para tratamientos superficiales múltiples, de acuerdo con estándares ASTM, se aplicarán las pruebas AT-61 y E-61.

411.13 Control de regularidad (IRI) en los tratamientos superficiales asfálticos

La medición del IRI la hará el Contratista mediante su autocontrol, utilizando equipo clasificado como clase I según el Banco Mundial.

Los resultados de las mediciones de autocontrol deben ser informados en un plazo máximo de 30 días contados desde el término de las tareas de pavimentación de la superficie de rodamiento (T.S.B.) o de un sector que pueda ser auscultado por el autocontrol.

Con estas mediciones del autocontrol se hará una preevaluación con medidas fijas tomando los valores de diez tramos consecutivos de 100 m. Si no es posible disponer de diez valores consecutivos para la evaluación de las medias fijas y se disponga de menos valores, se considerará como representativo del tramo el valor medio de ellos, el cual se comparará con el valor límite exigido para los promedios, debiendo también cumplir cada uno de los valores con las exigencias para valores individuales.

En el caso que se disponga de un solo valor, éste no tendrá más exigencia que el valor límite individual considerado en la especificación.

Se entenderá que la superficie del pavimento tiene una regularidad aceptable, si todos los promedios consecutivos de cinco valores de IRI tienen un valor igual o inferior a 3,0 m/km y ninguno de los valores individuales supera 4,0 m/km.

En caso de incumplimiento de la exigencia de los valores individuales, el Contratista deberá solicitar al Ingeniero de Proyecto la autorización para efectuar las reparaciones necesarias para llegar a un valor del IRI, bajo el límite máximo establecido para un valor individual. Los tramos que estén en esta condición y que no se reparen, también se deberán considerar para determinar el promedio de los 10 tramos consecutivos. El Ingeniero de Proyecto estará facultado para autorizar o

rechazar estas operaciones, las cuales deben considerar tramos completos de 100 metros.

Si hay deficiencias en las medias fijas, el Contratista podrá solicitar al Ingeniero de Proyecto autorización para corregirlas, quien estará facultado para autorizar o rechazar estas reparaciones, las cuales deben considerar el o los tramos completos de 100 m.

Una vez finalizadas las actividades anteriores en caso de que las haya, el autocontrol deberá realizar una nueva medición en los sectores reparados.

Cuando el Ingeniero de Proyecto lo solicite, la Dirección a cargo por parte de la administración efectuará la recepción definitiva y oficial del IRI, midiendo la regularidad en la totalidad de la obra como procedimiento de verificación.

Con las mediciones del IRI antes mencionadas, se realizará la evaluación definitiva y oficial del IRI mediante medias fijas, considerando el promedio de 10 tramos consecutivos en sectores homogéneos de pavimento. Se entenderá por sector homogéneo la superficie de rodadura que presenta un mismo tipo de pavimento. La superficie del pavimento tiene una regularidad aceptable si todos los promedios consecutivos de 10 valores de IRI tienen un valor igual o inferior a 3,0 m/km y ninguno de los valores individuales supera 4,0 m/km. En caso de incumplimiento de esta condición, se aplicará la Tabla 411-5 de multas. La multa que afecta a una media fija se aplicará al tramo completo que la determina, es decir, el porcentaje de multa será el mismo para los diez o menos tramos involucrados.

No habrá exigencia de cumplir con el Control de Regularidad IRI en el espaldón ni en otras singularidades, entendiéndose como tal todas aquellas alteraciones del perfil longitudinal del camino que no provengan de fallas constructivas y que incrementen el valor del IRI en el tramo en que se encuentren. Se considerarán como singularidades de los cuellos de empalme, accesos, puentes, badenes, cámaras u otros, autorizadas por el Ingeniero de Proyecto, previa consulta a la Dirección a cargo por parte de la administración.

Para efectos de la evaluación, las singularidades que se pudieran presentar afectarán el tramo completo de 100 m en la pista en que se encuentran ubicadas, el cual no se incluirá en la evaluación. Los tramos de 100 m que no se consideren en la evaluación por efecto de singularidades, no dividirán el sector homogéneo en que se encuentran.

Tabla 411-5
Multas por incumplimiento IRI

IRI (m/km)	Multas con respecto al valor de la base granular y capa de superficie en el área afectada
3,0 < IRI < 3,3	25 %
3,3 < IRI < 3,6	50 %
3,6 < IRI < 4,0	75 %
4,0 < IRI	100 %

Para los efectos de establecer el valor del área afectada, se considerarán los metros cuadrados (m²) con deficiencias y un precio unitario equivalente a una vez el precio de la base granular más el tratamiento superficial.

Tabla 411-6
Cantidades aproximadas de material para tratamientos superficiales dobles

Designación (Espesor)	Tamaño nominal agregado (mm)	máximo del	Granulometría del agregado (1)	Cantidad estimada de agregado (2) (kg/m2)	Cantidad estimada de emulsión asfáltica (3) (L/m2)	Cantidad estimada de asfáltico (3) (L/m2)	cantidad de cemento
2A (12,5 mm)							
1era Aplic.	9,5		D	14 – 19	0,9 – 1,4	0,5 – 1,0	
2da Aplic.	4,75		E	5 – 8	1,4 – 1,8	0,8 – 1,3	
2B (16,0 mm)							
1era Aplic.	12,5		C	16 – 22	1,4 – 1,8	0,8 – 1,3	
2da Aplic.	4,75		E	8 – 11	1,8 – 2,3	1,1 – 1,5	
2C (19,0 mm)							
1era Aplic.	19,0		B	22 – 27	1,6 – 2,3	1,0 – 1,5	
2da Aplic.	9,5		D	11 - 14	2,3 – 2,7	1,5 – 1,9	

Fuentes: FP-03 Metric Units, Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FHWA, Estados Unidos.

(1) Ver Tabla 703-7 703-11 para las granulometrías del agregado.

(2) Las masas de agregado se refieren a agregados que tienen una gravedad específica de 2,65, determinada por AASHTO T 84 y AASHTO T 85. Deberán hacerse las correcciones de dosificación cuando el agregado de diseño tenga una gravedad específica bruta sobre 2,75 o por debajo de 2,55; aplicando el método que defina el Contratante.

(3) Se debe ajustar el contenido de asfalto de la primera aplicación basados en la condición de la carretera.

Tabla 411-7
Cantidades aproximadas de material para tratamientos superficiales triples

Designación (Espesor)	Tamaño nominal agregado (mm)	máximo del	Granulometría del agregado (1)	Cantidad estimada de agregado (2) (kg/m²)	Cantidad estimada de emulsión asfáltica (3) (L/m²)	Cantidad estimada de asfáltico (3) (L/m²)	cantidad de cemento
3A (12,5 mm)							
1era Aplic.	9,5		D	14 – 19	0,9 – 1,4	0,5 – 1,0	
2da Aplic.	4,75		E	5 – 8	1,1 – 1,6	0,7 – 1,2	
3era Aplic.	Arenas		F	5 – 8	0,9 – 1,4	0,5 – 1,0	
2B (16,0 mm)							
1era Aplic.	12,5		C	16 – 22	0,9 – 1,4	0,5 – 1,0	
2da Aplic.	9,75		D	8 – 11	1,4 – 1,8	0,8 – 1,3	
3era Aplic.	4,75		E		0,9 – 1,4	0,5 – 1,0	
2C (19,0 mm)							
1era Aplic.	19,0		B	22 – 27	1,1 – 1,6	0,7 – 1,2	
2da Aplic.	9,5		D	11 - 14	1,4 – 1,8	0,8 – 1,3	
3era Aplic.	4,75		E	5 – 8	1,1 – 1,6	0,7 – 1,2	

Fuentes: Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FP-03 Metric Units, FHWA, Estados Unidos. 2003.

(1) Ver Tabla 703-7 703-11 para las granulometrías del agregado.

(2) Las masas de agregado se refieren a agregados que tienen una gravedad específica de 2,65, determinada por AASHTO T 84 y AASHTO T 85. Deberán hacerse las correcciones de dosificación cuando el agregado de diseño tenga una gravedad específica bruta sobre 2,75 o por debajo de 2,55; aplicando el método que defina el Contratante.

(3) Se debe ajustar el contenido de asfalto de la primera aplicación basados en la condición de la carretera. Después de que se concluye la distribución del agregado se incorporará agregado fino (granulometría F), en todas las áreas con cemento asfáltico en aparente exceso.

Tabla 411-8

Cantidades aproximadas de material para tratamientos superficiales múltiples usando cemento asfáltico ó asfalto rebajado

Secuencia de operación (1) (2)	Designación de tratamiento superficial y granulometría de agregado				
	AT-19	AT-27	AT-33	AT-38	AT-61
Primera capa.					
Aplicar cemento asfáltico (l/m ²)	1,00	1,15	1,15	1,35	0,90
Distribuir agregado (kg/ m ²)					
Granulometría D	13				
Granulometría C		19			
Granulometría B			21	27	
Granulometría A					38
Segunda capa.					
Aplicar cemento asfáltico (l/m ²)	0,60	1,15	1,35	1,55	1,80
Distribuir agregado (kg/ m ²)					
Granulometría E	6	8			
Granulometría D			7	11	11
Granulometría C					
Tercera capa.					
Aplicar cemento asfáltico (l/m ²)					
Distribuir agregado (kg/ m ²)			0,70		0,90
Granulometría E			5		7
Cuarta capa.					
Aplicar cemento asfáltico (l/m ²)					0,90
Distribuir agregado (kg/ m ²)					5
Granulometría F (3)					
B Total					
Cemento asfáltico (l/m ²)	1,60	2,30	2,75	2,90	4,56
Agregado (kg/ m ²)	19	27	33	38	61

Ver Tabla 703-11 para granulometría del agregado; especificaciones de granulometría referidas a dicha tabla.

Los pesos de agregado se refieren a agregados que tienen una gravedad específica de 2,65, según ASTM T84 y ASTM T85. Deberán hacerse las correcciones de dosificación cuando el agregado de diseño tenga una gravedad específica bruta sobre 2,75 o por debajo de 2,55; aplicando el método que defina el Contratante.

Después de que se concluye la distribución del agregado se incorporará agregado fino (granulometría F), en todas las áreas con cemento asfáltico en aparente exceso.

Tabla 411-9

Cantidades aproximadas de material para tratamientos superficiales múltiples usando emulsión asfáltica

Secuencia de operación (1) (2)	Designación de tratamiento superficial y granulometría de agregado				
	E-19	E-27	E-33	E-38	E-61
Primera capa.					
Aplicar cemento asfáltico (l/m2)	1,00	1,55	2,00	2,25	1,80
Distribuir agregado (kg/ m2)					
Granulometría D	13				
Granulometría C		17			
Granulometría B			19	21	
Granulometría A					38
Segunda capa.					
Aplicar cemento asfáltico (l/m2)	1,15	1,15	1,15	1,15	2,00
Distribuir agregado (kg/ m2)		5	9		
Granulometría E	6				11
Granulometría D				11	
Tercera capa.					
Aplicar cemento asfáltico (l/m2)		1,15	1,15	1,15	1,15
Distribuir agregado (kg/ m2)			5	6	7
Granulometría E		5			
Cuarta capa.					
Aplicar cemento asfáltico (l/m2)					1,15
Distribuir agregado (kg/ m2)					
Granulometría F (3)					5
B Total					

Cemento asfáltico (l/m ²)	2,15	3,85	4,30	4,55	6,10
Agregado (kg/ m ²)	19	27	33	38	61

(1) Ver Tabla 703-11 para granulometría del agregado, especificaciones de granulometría referidas a dicha tabla.

(2) Los pesos de agregado se refieren a agregados que tienen una gravedad específica de 2,65, según ASTM T84 y ASTM T85. Deberán hacerse las correcciones de dosificación cuando el agregado de diseño tenga una gravedad específica bruta sobre 2,75 o por debajo de 2,55; aplicando el método que defina el Contratante.

(3) Después de que se concluye la distribución del agregado se incorporará agregado fino (granulometría F), en todas las áreas con cemento asfáltico en aparente exceso.

411.14 Aceptación.

Los requisitos mínimos de muestreo y ensayo se pueden ver en Tabla 411-10 y Tabla 411-11.

El cemento asfáltico 702.01, emulsión asfáltica 702.03 y asfalto rebajado 702.04 se deben evaluar de acuerdo con las Subsecciones 107.04 y 702.09, y la que corresponda según el tipo de cemento asfáltico en la Sección 702.

La granulometría del agregado para tratamientos superficiales se debe evaluar con la Subsección 107.05. El agregado para la construcción de tratamientos superficiales deberá estar de conformidad con las Subsecciones 107.02 y 107.05.

Los límites superior e inferior de las especificaciones son iguales al promedio calculado de todos los resultados de ensayo más o menos las desviaciones permitidas mostradas en la Tabla 703-7, excepto lo siguiente:

- a) Si el valor del promedio calculado para cualquier tamiz ensayado excede el valor máximo de la granulometría mostrado en la Tabla 703-7, la especificación superior es igual al valor máximo de la granulometría más la desviación permitida, y la especificación inferior es igual al valor máximo de la granulometría menos la desviación permitida.
- b) Si el valor del promedio calculado para cualquier tamiz ensayado, es menor que el valor mínimo de la granulometría mostrado en la Tabla 703-7, la

especificación superior es igual al valor mínimo de la granulometría más la desviación permitida, y la especificación inferior es igual al valor mínimo de la granulometría menos la desviación permitida.

La construcción del tratamiento superficial se debe evaluar de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La aplicación de material de secado y el riego de imprimación se deben evaluar de acuerdo con la Sección 413 y 703.13.

411.15 Medida.

Se deben medir para efectos de aceptación o pago, los materiales, insumos y actividades requeridos en esta Sección, de acuerdo con la Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimiento de recepción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

Se debe medir la cantidad de agregado para tratamientos superficiales, por unidades de tonelada métrica.

Se debe medir el riego de imprimación, se medirán en metros cuadrados o litros.

Se debe medir el material de secado por tonelada métrica, de acuerdo con la Sección 413.

411.16 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 411.13, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en la Sección 411 listados en los términos del contrato excepto el agregado del tratamiento superficial según el precio unitario ofertado e incluido en el contrato que será ajustado de acuerdo con la Subsección 107.05. El pago corresponderá a la compensación total de los trabajos realizados según esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.411.01	Agregado para tratamiento superficial, Granulometría A	Tonelada métrica	(T)
CR.411.02	Agregado para tratamiento superficial, Granulometría C	Tonelada métrica	(T)
CR.411.03	Agregado para tratamiento superficial, Granulometría D	Tonelada métrica	(T)
CR.411.04	Agregado para tratamiento superficial, Granulometría E	Tonelada métrica	(T)
CR.411.05	Agregado para tratamiento superficial, Granulometría F	Tonelada métrica	(T)
CR.411.06	Emulsión asfáltica, Tipo ____	Litro	(L)

Tabla 411-10
Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Característica	Categoría	Métodos de ensayo	de	Frecuencia de ensayo	Ubicación de muestreo	Dividir muestra	Reporte
Calidad de la fuente de agregado para el tratamiento superficial (1) (703.10)	Medida y ensayado para conformidad (107.04 y 105)	Abrasión LA	---	AASHTO 96	T	1 por tipo de fuente de material	Fuente de material	Si, cuando lo solicite	Antes de iniciar el trabajo
		Pérdida de sanidad por acción del sulfato de sodio (Grueso y fino)	---	AASHTO 107	T	"	"	"	"
		Caras fracturadas Partículas elongadas	---	ASTM 5821	D	"	"	"	"
		Índice de durabilidad (Grueso y fino)	---	ASTM 4791	D	"	"	"	"
		Partículas arcillosas y friables	---	AASHTO 210	T	"	"	"	"
			---	AASHTO 112	T	"	"	"	"
Agregado para los tratamientos	Estadístico (107.05)	Granulometría ver Tabla No703.7 para los tamices que aplican	I	AASHTO 27 Y T 11	T	1 por 750 Tm	Faja de producción o descarga del distribuidor	Si	24 horas
Cemento asfáltico (3) (702.01) o	Medido y ensayado para conformidad	Caras fracturadas	---	ASTM 5821	D	1 por 750 Tm	Faja de producción o descarga	Si	24 horas

emulsión asfáltica (3) (702.03)	(107.04 y 105)		del distribuidor						
	Límite líquido (2)		---	AASHTO 89	T	“	“	“	“
	Medio y ensayado para conformidad (107.04)	Calidad	---	Subsección 411.14	1 tanque del camión incluyendo el remolque	por del Punto de entrega del transporte		Muestras de 2-1-L	---

Fuentes: FP-03 Metric Units, Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FHWA, Estados Unidos. 2003.

(1) Aplica para cada grado de agregado suministrado.

(2) Sólo para el material de secado.

(3) Aplica para cada material asfáltico suministrado.

Tabla 411-11
Muestreo y ensayo

Material o producto	Propiedad o carácter.	Métodos de ensayo especificado	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo
Capa de mezcla	Granulometría (1)	AASHTO T27 / T11	1 cada 500 Tm	Descarga del distribuidor
asfáltica con tratamiento superficial asfáltico	Caras fracturadas (1)	FLH T 507	1 cada 500 Tm	Descarga del distribuidor
	Índice de forma(Flakness) (1)	FLH T 508	1 cada 500 Tm	Descarga del distribuidor

(1) Procede para cada aplicación de agregado (por capa del tratamiento superficial).

Sección 413.) RIEGO DE IMPRIMACIÓN

413.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la aplicación de un riego de imprimación, a partir de la distribución de asfalto rebajado o emulsión asfáltica. Se aplicará un riego de imprimación previo a la colocación de una capa asfáltica sobre una capa granular o una capa de agregado estabilizado con algún material no asfáltico (por ejemplo cal o cemento).

El grado del asfalto del riego de imprimación corresponde a la designación mostrada en AASHTO M 140 o M 280 para la emulsión asfáltica y AASHTO M 81 o M 82 para asfaltos rebajados.

El grado del asfalto rebajado corresponderá a la designación de la Subsección 702.04. El grado de la emulsión asfáltica corresponderá a la designación de la Subsección 702.03. Corresponderá al Contratante el definir el tipo de cemento asfáltico (sea asfalto rebajado o emulsión asfáltica).

413.02 Materiales.

De conformidad con las siguientes Subsecciones:

Material de secado	703.13
Asfalto rebajado	702.04
Emulsión asfáltica	702.03
Agua	725.01(c)

Requisitos para la construcción

413.03 Equipamiento.

El Contratista deberá utilizar equipos conforme a la Subsección 411.04(a).

413.04 Preparación de la superficie.

El Contratista preparará la superficie a imprimir de acuerdo con la Subsección 301.05 y 301.06.

413.05 Limitaciones climáticas.

Se aplicarán riegos de imprimación en superficies secas o con humedad superficial moderada, a criterio del Contratante, cuando la temperatura del aire a

la sombra y en la superficie del pavimento, ambas, sean por lo menos de 10 °C en ascenso y cuando no haya neblina ni lluvia.

413.06 Aplicación de la imprimación.

Cuando se requiera, se humedecerá la superficie con agua por medio de aspersores, de previo a la aplicación del riego de imprimación. Se aplicará el cemento asfáltico de acuerdo con la Subsección 411.08, con una tasa de dosificación de 0,45 a 2,25 L/m², para una óptima penetración.

Cuando se utilice emulsión asfáltica que no está formulada como un material de imprimación de penetración, por prescripción del Contratante, se humedecerá la superficie de colocación y se escarificará una profundidad de 25 a 50 mm. Cuando se requiera, se diluirá una emulsión asfáltica de rompimiento lento con una cantidad igual de agua. La tasa de aplicación de la emulsión asfáltica es de 0,45 a 1,35 L/m². Inmediatamente después, se distribuirá y compactará el material de secado, según la Sección 703.13.

Las superficies imprimadas con emulsión asfáltica deberán ser curadas por no menos de 24 horas; las superficies imprimadas con asfalto rebajado serán curadas por no menos de 3 días; en ambos casos, de previo a la colocación de la siguiente capa.

Hasta que la siguiente capa sea colocada, se deberá mantener la superficie imprimada limpia y sin corrugación mediante el barrido por medios mecánicos.

A criterio del Contratante, en una superficie imprimada, previo a la colocación de la siguiente capa, cuando se permita pasar tránsito antes de que todo el material asfáltico sea absorbido completamente, se distribuirá material de secado para cubrir el asfalto no absorbido. Se removerá el exceso de material de secado tan pronto como sea práctico, luego de que el exceso de asfalto es absorbido. Se removerá todo resto de contaminantes y partículas extrañas sobre la superficie y se repararán todas las áreas dañadas de previo a la colocación de la siguiente capa.

413.07 Aceptación.

La emulsión asfáltica y el asfalto rebajado serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.04 y 702.03.

El material de secado será evaluado de acuerdo con la Subsección 107.03 y 107.04 (703.13).

La Construcción del riego de imprimación será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La preparación de la superficie será evaluada de acuerdo con la Subsección 303. Antes se indicó 301.05 y 301.06.

413.08 Medida.

Se deben medir para efectos de aceptación o pago, los materiales, insumos y actividades requeridos en esta Sección, de acuerdo con la Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimiento de recepción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

Se medirá el riego de imprimación por metro cuadrado o por litro, incluyendo el agua agregada para dilución.

Se medirá la cantidad de material de secado por tonelada métrica o metro cubico, según lo defina la Administración.

413.09 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Sección 413, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación total para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 110.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.413.01	Riego de imprimación (se debe especificar el tipo de cemento asfáltico y su grado respectivo)	Metro cuadrado	(m2)
CR.413.02	Riego de imprimación (se debe especificar el tipo de cemento asfáltico y su grado respectivo)	Litro	(L)
CR.413.03	Material de secado	Tonelada métrica o metro cúbico	(T) ó (m3)

Sección 419.) GEOTEXTILES PARA PAVIMENTOS

419.01 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, preparación y colocación de una tela geotextil en conjunto con un sello asfáltico entre dos capas de la estructura del pavimento, para formar una membrana impermeable y de mitigación de esfuerzos, integrada al pavimento.

419.02 Materiales

De conformidad con las siguientes Subsecciones:

Cemento asfáltico sin modificantes	702.01
Emulsión asfáltica	702.03
Asfalto rebajado	702.04
Material de secado	703.13
Sellante y relleno para juntas y grietas	712.01 (a)
Geotextil tipo VI	714.01

Requerimientos para la construcción

419.03 Preparación de la superficie.

El Contratista preparará la superficie sobre la cual se colocará la tela geotextil, asegurándose de limpiar la superficie existente y eliminando cualquier material suelto, polvo, tierra u otras sustancias deletéreas o degradables que impidan o disminuyan una adecuada adherencia. El método de limpieza utilizado debe ser tal que garantice las condiciones descritas anteriormente y en concordancia con lo establecido y aprobado contractualmente.

419.04 Limitación de condiciones climáticas

El Contratista aplicará la tela geotextil y el sello asfáltico en una superficie seca, cuando la temperatura de la superficie del pavimento sea de mínimo 13°C y se esté incrementando.

419.05 Aplicación del sello asfáltico

El Contratista aplicará cemento asfáltico dentro de un rango de temperatura de 140°C a 165°C, o emulsión asfáltica dentro de un rango de temperatura de 55°C a

70°C, o asfalto rebajado dentro del rango de temperatura que defina el Contratante. El Contratante definirá el tipo de cemento asfáltico a utilizar, así como el grado correspondiente.

El sello con cemento asfáltico, será aplicado sobre la superficie de pavimento, de acuerdo con la Subsección 411.08, a una tasa de dosificación entre 0,90 y 1,35 litros por metro cuadrado. La aplicación del cemento asfáltico, tal como se detalla en la Sección 411.08 debe realizarse de forma homogénea sobre toda la superficie, calibrando las barras del distribuidor de asfalto en cuanto a su altura, ángulo de rocío y presión de bombeo. Cada una de las boquillas debe ajustarse en un ángulo de 15 a 30 grados, respecto al eje horizontal de la barra, nunca en ángulos de 60 a 90 grados. El cubrimiento transversal no debe variar en más de un 15 %, y el longitudinal en más de un 10 %.

Tabla 419-1
Ángulo correcto de las boquillas del distribuidor

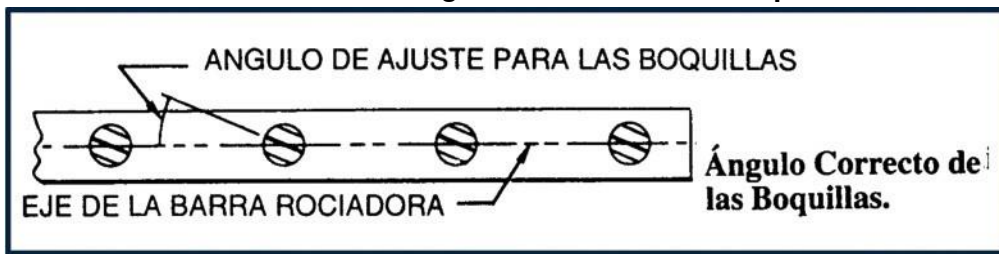
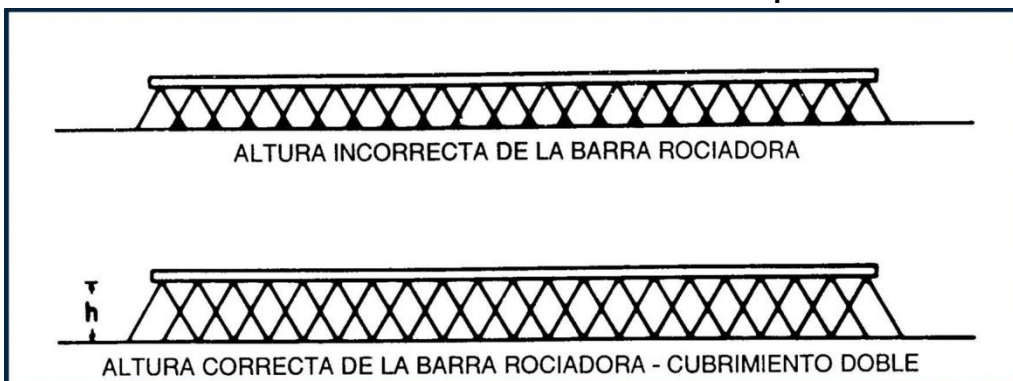


Tabla 419-12
Altura correcta de las boquillas del distribuidor



Se debe tener sumo cuidado de no exceder la tasa de aplicación en las zonas de inicio y final del área de rocío. Se puede utilizar algún material, como láminas de papel al inicio de la aplicación, hasta que el distribuidor alcance la velocidad de aplicación correcta para lograr obtener la tasa de aplicación requerida.

Se distribuirá el sello asfáltico en un ancho que exceda en 150 mm el ancho de la tela geotextil. Deberá evitarse que haya circulación de vehículos sobre el sello asfáltico, de previo a la colocación de la tela geotextil.

Cuando se utilice asfalto rebajado o emulsión asfáltica, se permitirá que éste cure antes de la colocación de la tela geotextil.

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

419.06 Colocación de la tela geotextil, riego de liga y sobrecapa asfáltica.

El Contratista colocará la tela geotextil sobre el sello asfáltico, de manera que no se formen arrugas en su extendido. Se extenderá la tela geotextil de manera que se maximice el contacto con la superficie de apoyo, ya sea por medio de barrido o aplanado. Se deberán suprimir, aplanar o nivelar, todas las arrugas o corrugaciones de una altura superior a veinticinco (25) milímetros.

El Contratista proveerá traslapes de 150 mm en las juntas entre dos tendidos adyacentes de tela geotextil. Deberá proveerse un traslape en las juntas transversales, en la dirección de la pavimentación, para prevenir el desplazamiento o levantamiento de los bordes en las juntas por efecto de la pavimentadora. Se aplicará un sello asfáltico adicional sobre los traslapes de los geotextiles, para asegurar la propia adherencia de la doble tela geotextil en tales áreas.

Si el cemento asfáltico exuda a través de la tela geotextil, se deberá tratar el área afectada con un material de secado. Se evitará el tránsito sobre el geotextil. Si las circunstancias requieren la circulación de vehículos, se deberá aplicar un material de secado sobre la superficie de rueda y se deberán proveer rótulos de advertencia con la leyenda "Posibilidad de derrape". Corresponderá al Contratante el definir cuando se permite el tránsito de vehículos sobre la tela geotextil.

El Contratista deberá remover el exceso de material de secado de la superficie de la tela geotextil, de previo a la colocación de la capa superior en la estructura de pavimento. Se repararán todos los daños sobre la tela geotextil, de previo a la colocación de la capa superior de la estructura de pavimento. Se distribuirá una aplicación ligera de riego de liga, de acuerdo con la Sección 414, antes de la colocación de una sobrecapa asfáltica. Para prevenir el daño de la tela geotextil, no deberán permitirse virajes a los equipos de pavimentación que operen sobre la misma.

El Contratista deberá colocar una sobrecapa de concreto asfáltico dentro de un plazo no mayor a 48 horas posterior a la colocación de la tela geotextil. Se limitará la temperatura de colocación de la sobrecapa asfáltica sobre la tela geotextil a un máximo de 165 °C, excepto cuando la tela geotextil esté compuesta de fibras de

polipropileno, en cuyo caso se limitará la temperatura de colocación de la sobrecapa asfáltica a un máximo de 150°C.

419.07 Aceptación

El material asfáltico será evaluado de acuerdo con la Subsección y la respectiva Subsección de la Sección 702. La tela geotextil será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02, 107.03 y 714.01.

La colocación de la tela geotextil será evaluada de conformidad con las Subsecciones 107.02 y 107.04. La preparación de la superficie donde se colocará el sello asfáltico y la tela geotextil será evaluada de acuerdo con la Sección 303.

419.08 Medida

Se medirá la cantidad de tela geotextil por metro cuadrado, excluyendo traslapes.

Se medirá la cantidad de sello asfáltico por litro.

419.09 Pago

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 419.08, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 110.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.419.01	Tela geotextil	Metro cuadrado	(m2)
CR.419.02	Geomalla (descripción)	Metro cuadrado	(m2)
CR.419.03	Sello asfáltico	Litro	(L)

Sección 504.) PAVIMENTO DE ADOQUINES DE CONCRETO HIDRÁULICO

504.01 Descripción

Este trabajo consistirá en el suministro y la colocación de adoquines de concreto sobre una capa de arena, compactados, sellados, y confinados lateralmente, sobre una superficie previamente preparada, de acuerdo con estas especificaciones, de conformidad razonable con el trazado, rasantes y secciones típicas indicadas en los planos del proyecto.

504. 02 Materiales

Los materiales deberán estar conformes las siguientes subsecciones:

Adoquines	725.23
Arena para capa de soporte	703.19
Arena para sello	703.20

504.03 Equipo

El equipo básico necesario para la ejecución de los trabajos consistirá de elementos para el transporte ordenado de los adoquines que impida la alteración de calidad de las piezas, vehículos para el transporte de la arena, una vibro compactadora de placa y herramientas manuales como rieles, reglas, enrasadoras, palas, llanetas, codales, cepillos de cerdas, y otras de uso común en estos trabajos.

Requerimientos para la Construcción

504.04 Preparación de la Superficie Existente de la base

Para la construcción de pavimentos de adoquines se deberá realizar el diseño estructural del pavimento para determinar el tipo de capa de base a utilizar.

La capa de arena de soporte de los adoquines no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se colocará haya sido aprobada de acuerdo con las especificaciones del proyecto y las cotas en el sitio cumplan con las indicadas en los planos o definidas por la Administración. Todas las irregularidades que excedan los límites especificados deberán corregirse, a plena satisfacción de la Administración.

504.05 Colocación y Nivelación de la Capa de Arena

La arena se colocará seca al aire y en un espesor uniforme tal que, una vez compactado el pavimento, la capa tenga un espesor entre cuarenta y cincuenta milímetros (40 mm – 50 mm). Si la arena ya colocada sufre algún tipo de compactación antes de colocar los adoquines, se someterá a la acción repetida de un rastrillo para devolverle su carácter suelto, y se enrasará de nuevo.

La capa de arena deberá ir extendiéndose coordinadamente con la colocación de los adoquines, de manera que al término de la jornada de trabajo no quede expuesta.

504.06 Colocación de los Adoquines

Los adoquines se colocarán directamente sobre la capa de arena nivelada, topando unos con otros, de manera que generen juntas que no excedan tres milímetros (3mm). La colocación seguirá un patrón uniforme, el cual se controlará con cuerdas para asegurar su alineamiento transversal y longitudinal. Si los adoquines son rectangulares con una relación largo/ancho de 2/1, el patrón de colocación será preferiblemente de espina de pescado, dispuesto en cualquier ángulo sobre la superficie, patrón que se seguirá de manera continua, sin necesidad de alterar su rumbo al doblar esquinas o seguir trazados curvos. Si los adoquines se colocan en hileras, deberán cambiar de orientación para respetar la perpendicularidad a la dirección preferencial de circulación.

Los adoquines de otras formas se tratarán de colocar en hileras perpendiculares a la dirección preferencial de circulación, pero sin cambiarles el sentido al doblar esquinas o seguir trazados curvos.

Los adoquines no se nivelarán en forma individual, pero sí se podrán ajustar horizontalmente para conservar el alineamiento.

Para zonas en pendiente, la colocación de los adoquines se hará preferiblemente de abajo hacia arriba.

504.07 Ajustes

Una vez colocados los adoquines que quepan enteros dentro de la zona de trabajo, se colocarán ajustes (adoquines cortados), en las áreas que hayan quedado libres, contra las estructuras de drenaje o de confinamiento.

Los cortes de los adoquines se realizarán con las herramientas adecuadas y que garanticen una superficie de corte uniforme. Debe evitarse colocar ajustes cuyo tamaño sea menor a una cuarta parte de una pieza entera.

Los ajustes cuya área sea inferior a dos centímetros cuadrados (2 cm^2), se efectuarán después de la compactación final, empleando un mortero compuesto por una parte de cemento, cuatro de arena y agua en cantidad suficiente para dar trabajabilidad al mortero.

504.08 Compactación Inicial

Una vez terminados los ajustes, se procederá a la compactación inicial de la capa de adoquines, mediante la pasada de una vibro compactadora de placa, por lo menos dos veces para cada dirección perpendicular entre sí.

El área adoquinada se compactará hasta un metro del borde del avance de la obra o de cualquier borde no confinado. Al terminar la jornada de trabajo, los adoquines tendrán que haber recibido, al menos, la compactación inicial, excepto en la franja de un metro arriba descrita.

Todos los adoquines que resulten dañados durante este proceso deberán ser extraídos y reemplazados por cuenta del Contratista.

504.09 Sello de Juntas y Compactación Final

Inmediatamente después de la compactación inicial, se aplicará la arena de sello sobre la superficie en una cantidad equivalente a una capa de tres milímetros (3 mm) de espesor, y se barrerá repetidamente y en distintas direcciones, con un escobón o cepillo de cerdas largas y duras. En el momento de su aplicación, la arena deberá encontrarse lo suficientemente seca para penetrar con facilidad en las juntas. Simultáneamente, se aplicará la última compactación, durante la cual cada punto del pavimento deberá recibir al menos cuatro pasadas del equipo, en distintas direcciones.

Si la Administración lo considera conveniente, la compactación se completará con el paso de un rodillo neumático o uno liso de rodillos pequeños, con el fin de reducir posteriores deformaciones del pavimento.

504.10 Confinamiento

Los pavimentos de adoquines deberán tener una estructura de confinamiento que impida su desplazamiento lateral a causa del empuje del tránsito vehicular.

Las estructuras de confinamiento deberán rodear completamente el área pavimentada y deberán penetrar, por lo menos, 150 mm en la capa de base que se encuentre bajo la capa de arena, y su nivel superior cubrirá, como mínimo, la parte superior del espesor del adoquín después de compactado.

En el caso que la estructura de confinamiento que también sirva como elemento de evacuación de agua, por ejemplo un caño o borde de acera, la altura final de este elemento de confinamiento deberá quedar entre 10 y 20 mm más bajo que la parte superior de la pieza de adoquín, con el fin de no impedir el desalojo del agua.

504.11 Limitaciones en la Ejecución

Ninguna de las operaciones que forman parte de la construcción del pavimento de adoquines se realizará con lluvia. Si la capa de arena que sirve de apoyo a los adoquines ha soportado lluvia o agua de escorrentía, deberá ser levantada y reemplazada por una arena suelta de humedad baja y uniforme.

Si se tenían adoquines colocados sin compactar ni sellar, la Administración investigará si el agua ha producido erosión de la arena por debajo de las juntas y, en caso de que ello haya sucedido, el Contratista deberá retirar los adoquines y la capa de arena, y repetir todo el trabajo, por su cuenta.

504.12 Apertura al Tránsito

El tránsito automotor no se permitirá hasta que el pavimento haya recibido la compactación final y esté completamente confinado y sellado.

504.13 Conservación

Durante un lapso de dos semanas, se dejará un sobrante de arena esparcido sobre el pavimento de adoquines terminado, de manera que el tránsito y las posibles lluvias ayuden a acomodar la arena en las juntas.

No se permitirá lavar el pavimento con chorro de agua a presión, recién terminada su construcción ni posteriormente.

504.14 Calidad del Producto Terminado

El pavimento terminado deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa construida no podrá ser menor que la indicada en los planos.

La cota de cualquier punto del pavimento terminado no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Además, la superficie del pavimento terminado no podrá presentar irregularidades mayores de diez milímetros (10 mm), cuando se compruebe con una regla de tres metros, en cualquier punto que escoja la Administración, tanto paralela como transversalmente al eje del camino.

504.15 Aceptación

Para la aceptación de los trabajos asociados a esta sección, se debe verificar el cumplimiento de los parámetros de aceptación que se establecen en la Tabla 504-1, que además se complementará con una inspección visual.

El Contratista debe proporcionar toda la información necesaria del avance, del proceso del trabajo y del control del comportamiento de la obra, de manera que sea posible comprobar que se cumple a cabalidad con los requisitos del Contrato.

504.16 Medición

La unidad de medida del pavimento de adoquines de concreto hidráulico será el metro cuadrado (m²), aproximado al metro cuadrado completo de pavimento, colocado y terminado de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción por la Administración. Además las obras de confinamiento se medirán por metro lineal (m).

504.17 Pago

El pago se efectuará de acuerdo al precio unitario del contrato y por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por la Administración. El precio unitario deberá cubrir todos los precios de los materiales y actividades requeridas para completar el proceso constructivo del pavimento sobre la base aprobada.

La preparación de la superficie existente se considera incluida en el ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde tal superficie y, por lo tanto, no se realizará ningún pago separado por dicho concepto. Si ese ítem no está considerando en el contrato, el Contratista deberá incluir el costo de preparación de la superficie existente dentro del precio unitario del pavimento de adoquines de concreto hidráulico.

La construcción de las obras de confinamiento del pavimento deberá ser definida en las especificaciones especiales.

El pago se hará según:

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.504.01 Pavimento de adoquines de concreto	Metro cuadrado (m ²)
CR.504.02 Construcción de obras de confinamiento	Metro lineal (m)

Tabla 504-1

Requerimientos Mínimos de Muestreo y Ensayos

Material	Propiedad	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia mínima	Punto de muestreo
Adoquines de concreto hidráulico	Características geométricas	-		1 muestra (5 especímenes) por cada 10000 unidades o menos	En sitio, antes de colocarlos
	Absorción de agua	II	INTE 06-02-13	1 muestra (3 especímenes para cada prueba) por cada 10000 unidades o menos. Pueden ensayarse los especímenes utilizados en la medición de las características geométricas	
	Resistencia a la flexotracción	II	INTE 06-02-14		
	Resistencia a la abrasión	-	INTE 06-02-15		

Nota:

1. La tabla 406-3 corresponde a los ensayos mínimos para aceptación y pago, no para control de calidad.
2. Tanto la absorción de agua como resistencia a la de flexotracción y a la abrasión, será determinada por el promedio obtenido en los especímenes indicados.

Sección 505 PAVIMENTO DE CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR)

505.1 Descripción

Este trabajo consistirá en la elaboración, transporte, colocado y compactado de una mezcla relativamente seca de agregados pétreos, cemento hidráulico, agua y aditivos, así como del prefisuramiento, acabado, curado y demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento, todo de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad razonable con el trazado, niveles, gradientes, espesores y secciones típicas mostrados en los planos.

505.2 Generalidades

Todos los materiales por usar en el concreto compactado con rodillos, deberán ser aprobados con base en pruebas de laboratorio o certificaciones del fabricante sobre los mismos materiales que se usarán en el proyecto.

a) Cemento hidráulico: el cemento deberá satisfacer los requisitos establecidos en la Subsección 701.01 para los cementos hidráulicos, salvo cuando se especifique de otra forma en el Cartel de Licitación.

b) Agregados: El tamaño nominal máximo del agregado no debe exceder de 19 mm con el fin de minimizar la segregación durante el transporte y colocación del concreto y de obtener texturas de pavimento adecuadas. Los agregados pétreos podrán emplearse en una sola fracción: de 19 mm a 0 mm, o en dos fracciones: gruesa de 19 mm a N°4, y fina de N°4 a 0 mm. Los materiales que constituyen los agregados, tanto la fracción gruesa como la fina, deberán ser resistentes, duros, durables, limpios y libres de materia vegetal y de exceso de partículas planas o alargadas, así como de arcilla u otro material inconveniente.

•Agregado grueso: el agregado grueso podrá estar constituido por roca triturada, grava triturada o por una mezcla de ambos materiales y deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Pérdida por abrasión, AASHTO T-96. 35, máximo Índice de durabilidad, AASHTO T-210. 35, mínimo

Partículas con una o más caras fracturadas como producto de la trituración (retenido malla N°4), FLH T-507. 50%, mínimo

Contenido de arcilla y partículas friables AASHTO T-112. 3 %, máximo Sanidad utilizando sulfato de sodio (5 ciclos), AASHTO T-104. 15 %, máximo

•Agregado fino: el agregado fino podrá estar constituido por arena manufacturada por trituración, arena natural, o por una mezcla de ambos materiales y deberá cumplir los siguientes requisitos:

Índice de durabilidad, AASHTO T-210. 35, mínimo

Equivalente de arena, AASHTO T-176, método de arbitraje.75, mínimo Libre de materia orgánica o impurezas, según ensayo AASHTO T-21. Contenido de arcilla y partículas friables AASHTO T-112. 3 %, máximo Sanidad utilizando sulfato de sodio (5 ciclos) AASHTO T-104.15 %, máximo

Nota: Cuando los agregados, tanto gruesos como finos, no cumplan todos los requisitos especificados, se podrán emplear si se demuestra mediante estudios completos de laboratorio que con similares relaciones de agregado/cemento, se puede obtener CCR de la calidad exigida, que hayan sido empleados en la elaboración de concretos de características similares, que hayan estado expuestos a condiciones ambientales parecidas durante largo tiempo (más de 5 años), y que hayan tenido un comportamiento satisfactorio.

c) Graduación: la graduación de los agregados, finos y gruesos combinados, deberá ser continua y cumplir con los requisitos que se indican en la tabla 505-1.

Tabla 505-1

Graduación del Agregado Combinado para Mezclas de Concreto Compactado con Rodillo

Tamiz	% por peso que pasa por los tamices de malla cuadrada (AASHTO T-11 y T-27)
25,4 mm	100
19,1 mm	84 - 100
12,7 mm	73 - 91
9,5 mm	62 - 81
4,75 mm (Nº 4)	51 - 69
2,36 mm (Nº 8)	39 - 58
1,18 mm (Nº 16)	29 - 48
600 µm (Nº 30)	20 - 38
300 µm (Nº 50)	12 - 29
150 µm (Nº 100)	7 - 20
75 µm (Nº 200)	2 - 10*

* Nota: Cuando se trate de arena manufacturada por trituración, se podrá admitir hasta un 15 % pasando el tamiz N°200.

d) Agua: el agua que se emplee para la mezcla o para el curado del pavimento deberá estar limpia y libre de aceites, ácidos, azúcar, materia orgánica y cualquier otra sustancia perjudicial para el pavimento terminado. En general, se considera adecuada el agua potable apta para el consumo humano, y deberá cumplir lo especificado en AASHTO T-26.

e) Aditivos: se podrán usar aditivos de reconocida calidad, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares del pavimento por construir. Su empleo deberá definirse por medio de ensayos efectuados antes de su aplicación en la obra, y mediante el certificado de calidad del fabricante con las dosificaciones que garanticen el efecto deseado. Los aditivos por emplear deberán ajustarse a

lo estipulado en las Subsecciones 711.02 y 711.03. En todos los casos, el empleo de aditivos en la mezcla de CCR deberá ser aprobado, por escrito, por el ingeniero.

f) Materiales y aditivos para el curado: los materiales y aditivos por emplear deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Subsección 711.01. Se podrá utilizar también emulsión asfáltica del tipo CRS-1, CSS- 1 o emulsiones asfálticas modificadas con aditivos o polímeros, y debiendo cumplir los requisitos establecidos en la Subsecciones 702.01 y 702.02.

g) Relleno para juntas: los materiales por utilizar deberán cumplir los requisitos establecidos en la Subsección 712.01.

505.3 Dosificación y Resistencia

a) Dosificación: la dosificación del concreto consistirá en la combinación de los agregados, el cemento, el agua, y aditivos cuando sea necesario, para obtener un concreto que cumpla los requisitos de resistencia, trabajabilidad, durabilidad y otros especificados en el contrato.

Las mezclas de CCR pueden ser proporcionadas empleando cualquiera de los siguientes métodos:

- Utilizando pruebas de la consistencia del concreto (VeBe modificado, ACI-211.3)

- Utilizando pruebas de compactación de suelos (Próctor modificado utilizando un martillo vibratorio, ASTM C 1435)

- Proporcionamiento determinando la consistencia del concreto: deben determinarse primero los parámetros que intervienen en el diseño, a saber: contenido de agregados, contenido de cemento y contenido de agua. Las experiencias de laboratorio sugieren empezar con contenidos de cemento entre 200 y 300 Kg/m³ y humedades entre 6 y 7 %, dependiendo de la absorción de los agregados.

- La consistencia de la mezcla de prueba y su densidad se evaluarán en tiempo VeBe según la norma ASTM C- 1170, y el tiempo óptimo estará comprendido entre 30 y 40 segundos, cuando se utilice el sobrepeso de 22,7 Kg descrito en esa norma (método A).

- Proporcionamiento utilizando el próctor modificado: los aparatos y la energía de compactación utilizados para elaborar los especímenes que corresponden al método ASTM C-1435.

- Se establecen curvas de densidad-humedad sobre un rango de contenidos de cemento, para determinar el contenido de cemento que se ajuste a los requisitos de diseño. Se compactan los especímenes para las pruebas de resistencia, utilizando el contenido de humedad óptima para cada contenido de cemento.

- De estas pruebas, se establece una curva de resistencia versus el contenido de cemento, de donde se selecciona el contenido de cemento de diseño, que es el que cumple los requisitos de

resistencia y durabilidad del pavimento, el cual es expresado como un porcentaje del peso seco total de los materiales (cemento y agregados).

b) Plazo de trabajabilidad: se deberá determinar el plazo de trabajabilidad por el método de la compactación diferida. El plazo de trabajabilidad se define como aquel en que la densidad seca obtenida en el ensayo próctor modificado es el 98 % de la correspondiente a $t = 0$, es decir, efectuando la compactación inmediatamente después de terminar el mezclado. El plazo de trabajabilidad depende del tipo de obra, y debe ajustarse a los valores señalados a continuación:

Tipo de obra	Plazo mínimo en horas
Sin tráfico	3
Con tráfico	4

Para alcanzar estos valores, se pueden utilizar aditivos retardadores de fraguado y la dosis se determinará en función del plazo especificado.

c) La capacidad de soporte inmediata: posibilita la correcta compactación con rodillos vibrantes. Para ello se someten a ensayo, inmediatamente después de moldeadas, probetas compactadas al 97 % de la $D_{m\acute{a}x}$ al ensayo valor de soporte C. B. R., el que debe resultar igual o mayor al 80 %.

d) Resistencia: la resistencia del concreto por utilizar en los pavimentos de concreto compactado con rodillo, será su resistencia a la flexotracción (módulo de ruptura), establecida en los planos o en las especificaciones especiales. La resistencia se verificará en especímenes moldeados durante el colocado del concreto, correspondientes a vigas estándar compactadas, curadas y ensayadas según las normas ASTM C-78 y ASTM C-31/31M. Alternativamente, se podrán moldear especímenes para el control de la resistencia a la compresión, según ASTM C-1435, en cuyo caso se deberá establecer la correlación entre la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexotracción del concreto utilizado en la pavimentación.

505.4 Equipo, Mezclado y Colado

El concreto compactado con rodillo deberá construirse con cualquier combinación de equipo que produzca un pavimento que se ajuste en todo a los requisitos de mezclado, transporte, colocado, compactado, acabado y curado según se establece en esta sección.

a) Planta de mezclado: la planta de mezclado debe estar localizada a una distancia tal que el transporte de la mezcla al sitio de colocado no dure más del 50 % del plazo de trabajabilidad. La planta debe ser capaz de producir la mezcla seca para la pavimentación en las proporciones definidas en el diseño de mezcla aprobado, dentro de las tolerancias especificadas. Su capacidad debe ser suficiente para producir una mezcla uniforme en las cantidades compatibles con el equipo de colocado. Se podrán utilizar plantas centrales de dosificación y mezclado para el concreto, plantas de dosificación y mezcladoras portátiles, plantas centrales continuas o discontinuas para

mezclas asfálticas en conjunto con mezcladoras portátiles de concreto. En todos los casos, las plantas deberán estar equipadas con aditamentos alimentadores y medidores, por peso o volumen, que garanticen las proporciones correctas de agregados, cemento, aditivos y agua, de tal forma que se mantengan dentro de las siguientes tolerancias.

Material	Variación (% por peso)
Cemento	± 2,0
Agua	± 3,0
Agregados	± 4,0

- b) Transporte: para el transporte del concreto desde la planta hasta la obra, se utilizarán camiones de volteo, equipados con dispositivos para proteger el concreto de la lluvia o la excesiva evaporación. Cuando las condiciones de temperatura del aire, velocidad del viento, humedad relativa y temperatura del concreto se combinen para producir una alta evaporación, se deberá rociar la superficie del concreto expuesta en el camión de transporte con un aditivo reductor de evaporación, aprobado por el Ingeniero. El número de camiones deberá ser suficiente para garantizar la adecuada y continua entrega del concreto a la pavimentadora. En el transporte con camiones de volteo, el tiempo de transporte-descarga no deberá exceder el 50 % del plazo de trabajabilidad establecido en el diseño de la mezcla, contado a partir del momento en que el concreto se descarga del mezclador.
- c) Colocado: la colocación del concreto se realizará, preferentemente, con pavimentadora asfáltica o pavimentadora para concreto (con reglas de alta vibración), provista de elementos mecánicos que aseguren una correcta distribución y una elevada compactación del concreto. Además, deberán disponer de los medios electrónicos necesarios para efectuar el control automático de la nivelación del pavimento que se coloca. No se permitirá, salvo en caso de una emergencia puntual, y siempre con la aprobación previa del ingeniero, el uso de motoniveladora para colocar este tipo de pavimentos.
- d) Compactado: el CCR se compactará una sola capa a la vez, para lo cual se dispondrá de un equipo de compactación adecuado, que deberá ser aprobado por el Ingeniero, y que deberá ser capaz de conseguir la densidad especificada dentro del plazo previsto. Para la compactación inicial, el equipo consistirá de un rodillo liso con vibración y carga estática superior a 10 toneladas. Para la compactación final, se podrá utilizar un rodillo liso sin vibración, o, alternativamente, un rodillo neumático de igual o mayor peso, y una presión de inflado superior a 0,8 MN/m² (8 kg/cm²).

Requisitos para la Construcción

505.5 Control de Calidad del Concreto

El Contratista será responsable del control de calidad de todos los materiales durante las operaciones de manejo, combinación, mezclado y colocación, según lo establecido en la Subsección 505.04 y en estricto apego a lo indicado en la Tabla 505-2 “Muestreo y ensayos”.

505.6 Limitaciones Meteorológicas

El concreto se deberá colocar a una temperatura entre 5 y 30 °C. En caso de condiciones calurosas o ventosas, que produzcan una evaporación excesiva, mayor de 0,5 kg/m²-h, el Contratista deberá tomar las precauciones dispuestas en la Subsección 501.06 de estas especificaciones, con el fin de minimizar la pérdida de humedad debido a la evaporación. De ser necesario, se deberá rociar la superficie del concreto recién colocada y expuesta, con un aditivo reductor de evaporación, aprobado por el Ingeniero. No se permitirá la colocación de CCR en caso de lluvia, para evitar producir erosión o cualquier tipo de daño. Los camiones de transporte deberán utilizar manteados o cubiertas durante las condiciones climáticas adversas.

505.7 Tramo de Prueba y Ajuste de la Fórmula de Trabajo

Antes de iniciar las labores de colocación del concreto, se realizará un tramo de prueba. La longitud de este tramo no será menor de 50 m y en el ancho de carril, y será construido preferentemente fuera de la calzada por pavimentar, o en un área no crítica, según sea ordenado por el ingeniero. El tramo de prueba servirá para verificar la trabajabilidad y resistencia del concreto producido; que los medios de transporte y colocado del concreto son satisfactorios; que los medios de compactación propuestos son capaces de compactar el concreto en todo el espesor del pavimento; que el proceso de curado y protección del concreto fresco es adecuado; que las juntas en fresco y las juntas en frío se realizan correctamente, y que se cumplen las especificaciones establecidas para la regularidad superficial. En caso de que los resultados de este tramo de prueba no sean satisfactorios, se deberán construir los tramos de prueba necesarios hasta obtener resultados satisfactorios, para lo cual se introducirán variaciones en los equipos, métodos de ejecución, incluso ajustes en la dosificación del concreto, hasta obtener un pavimento que cumpla con las condiciones exigidas en las especificaciones.

505.8 Colocación del Concreto

El concreto deberá colocarse sobre una superficie preparada con anterioridad, de acuerdo con los planos y las especificaciones especiales, y aprobada por el ingeniero. Esta superficie deberá ser previamente humedecida, para evitar la pérdida por absorción del agua de mezclado.

Todo el CCR deberá colocarse con una pavimentadora aprobada, conforme a lo indicado en el aparte c) de la Subsección 505.04, y se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- La pavimentadora deberá trabajar en una forma de operación estable y constante, evitando las paradas y arranques. La colocación del concreto deberá ser continua y no podrá ser interrumpida por un lapso mayor al 75 % del plazo de trabajabilidad establecido; en este caso, el contratista deberá formar una junta de construcción fría antes de continuar con el colocado del concreto.
- La velocidad máxima de avance de la pavimentadora no debe superar los tres metros por minuto, excepto si se demuestra, a satisfacción del Ingeniero, que a velocidades mayores se puede obtener un producto final sin defectos.
- La superficie del pavimento de CCR lograda por la pavimentadora, debe ser lisa, uniforme y continua, sin excesivos desgarres, lomos o segregación de agregados.
- Todas las áreas inaccesibles a la pavimentadora o a los compactadores deberán construirse con concreto convencional colado en sitio, de una resistencia a la compresión especificada por el ingeniero.
- El espesor de la capa de concreto compactado con rodillo debe ser el indicado en planos. Si el espesor total del pavimento indicado en los planos es igual a 300 mm o mayor, se deben colocar dos capas. Ninguna capa será menor de 100 mm ni mayor de 300 mm. En la construcción multicapa, la segunda capa debe ser colocada y compactada en un tiempo máximo equivalente al plazo de trabajabilidad de la primera capa. Si se supera este tiempo, la interfaz entre la primera y la segunda capa debe ser considerada como una junta fría, y deberá ser tratada como se indica más adelante.
- La pavimentación de carriles adyacentes debe hacerse en un tiempo máximo equivalente al plazo de trabajabilidad del primer carril. Si pasa más de ese tiempo entre la colocación de capas adyacentes, la junta vertical entre carriles se considerará como una “junta fría”, y deberá ser tratada como se indica más adelante. El Ingeniero podrá aumentar o reducir el tiempo máximo, de acuerdo con las condiciones ambientales de temperatura, viento y humedad. Se podrán utilizar pavimentadoras en formación tandem para evitar la formación de juntas frías.

505.9 Compactación

El proceso de compactación deberá iniciarse tan pronto como se haya colocado el concreto. Para no perjudicar la regularidad superficial, deben efectuarse unas pasadas previas del rodillo liso sin vibración; a continuación, las pasadas necesarias vibrando, en número suficiente para lograr la densidad especificada; se entiende por “pasada” el trayecto completo de ida y vuelta del rodillo. Al final, se podrá pasar el rodillo neumático para mejorar la terminación de la losa eliminando las posibles deficiencias generadas por el paso del rodillo liso. La secuencia y el número de pasadas se determinarán en el tramo de prueba, que deberá realizarse con todo el equipo para su aprobación definitiva.

Durante el proceso de compactación pueden ser necesarios riegos de agua finamente pulverizada, para mantener la humedad óptima y asegurar que la superficie permanezca húmeda, pero sin formar charcos (acumulaciones de agua).

La densidad por alcanzar debe ser igual o mayor al 97 % de la densidad máxima obtenida para la mezcla, determinada según la Subsección 505.03. El control de compactación se realizará utilizando el densímetro nuclear (AASHTO T- 1040).

La colocación, conformación y compactación del concreto se efectuará durante el período de luz diurna, o durante la noche utilizando una adecuada instalación eléctrica para lograr una correcta iluminación.

El proceso de compactación deberá quedar totalmente terminado dentro del plazo de trabajabilidad de la mezcla.

Dependiendo del tipo de pavimentadora utilizado en la distribución del concreto, y de las características de la capa por colocar, puede no ser necesario realizar una compactación adicional con rodillos, puesto que la densidad alcanzada puede ser suficiente para asegurar una buena calidad del concreto y del acabado superficial, conforme con los requisitos exigidos.

505.10 Curado.

Inmediatamente después de completar las operaciones del compactado y tan pronto como no exista la posibilidad de dañar el pavimento, la superficie total del concreto colocado deberá mantenerse húmeda hasta que se le aplique un sello de curado aprobado.

a) Método del curado con compuesto: la superficie total del pavimento se rociará uniformemente con un compuesto que contenga un pigmento blanco, especial para el curado, inmediatamente después del acabado de la superficie y antes de que tenga lugar el proceso de fraguado del concreto. El compuesto para la cura no deberá aplicarse bajo condiciones de lluvia.

El compuesto para la cura deberá aplicarse a presión, a una razón aproximada de un litro por cada tres metros cuadrados de superficie, empleando atomizadores mecánicos. El equipo atomizador deberá ser del tipo de atomización completa, equipado con un agitador en el tanque. Se permitirá la aplicación manual en lugares con anchos o formas irregulares, así como también en los costados de la losa que queden expuestos.

En caso de que la película resulte dañada por alguna causa dentro de las 72 horas del período de cura, las partes dañadas deberán repararse inmediatamente empleando compuesto adicional.

b) Método del curado con emulsión asfáltica: cuando así se haya establecido, o como un procedimiento alternativo de curado, se podrá aplicar, mediante rociado, un sello de curado con asfalto emulsionado aplicado a presión utilizando una barra rociadora equipada con boquillas, que produzca un rociado fino y uniforme, a una razón aproximada de 1,0 litro por metro cuadrado. La proporción exacta la determinará el ingeniero. Si el curado con emulsión asfáltica no se aplica después del acabado de la superficie, deberá mantenerse continuamente húmeda durante un período de siete días. Si el pavimento va a ser abierto al tránsito, la película de

emulsión asfáltica deberá aumentarse a 1,2 litros por metro cuadrado, y deberá cubrirse con una capa de arena o material de secado, a razón de 8 Kg por metro cuadrado, ajustada por el ingeniero según la necesidad. La emulsión asfáltica deberá satisfacer los requisitos de la Subsección 702.03. Si se prevé el paso de alto tráfico de construcción pesado, la protección con arena puede no ser suficiente, debiendo entonces aplicarse en su lugar un tratamiento superficial bituminoso del tipo definido por el ingeniero.

505.11 Ejecución de Juntas

Durante el proceso constructivo mediante el uso de pavimentadoras, se construirán juntas de acuerdo con el diseño, dimensiones y separación que indiquen los planos, pero en ningún caso la longitud máxima entre juntas será mayor de 25 veces el espesor de la capa de CCR y la relación entre el espaciamiento de juntas longitudinales y transversales deberá mantenerse en un rango entre 0,70 y 1,40.

a) Juntas longitudinales: son las juntas que se construyen entre anchos de carriles, paralelas al eje de la vía. Consisten en una ranura del ancho y profundidad indicados en los planos. Podrán ser juntas longitudinales “aserradas” o “de construcción”. Las primeras se realizan cuando se han pavimentado dos o más carriles a la vez. Se construyen aserrando el concreto, con sierras del tipo “soft-cut” o “green-cut”, tan pronto este tenga la consistencia suficiente para que no se desgrane con el aserrado (generalmente a las 2 o 3 horas de terminada la compactación). El aserrado se efectuará de tal manera que su borde quede perfectamente vertical. Las juntas serán aserradas antes de permitir la circulación de vehículos sobre el pavimento, con una separación según los planos, un espesor mínimo de 3 mm y una profundidad igual a la tercera parte del espesor de la losa. Las de construcción pueden ser del tipo juntas “frescas” o juntas “frías”.

- Juntas “frescas”: una junta vertical “fresca” se forma entre dos carriles sucesivos de pavimentación cuando el intervalo de tiempo entre la colocación y compactación de esos dos carriles es inferior al plazo de trabajabilidad del primer carril y permite que el sector común a los dos carriles pueda ser compactado en conjunto para formar una junta monolítica entre los dos carriles. Estas juntas frescas se harán dejando de 30 a 45 cm al borde sin compactar durante la operación de compactado del primer carril. Este borde sin compactar se usa para fijar la altura de la pavimentadora al colocar el carril siguiente. Después de la colocación del carril adyacente, la junta longitudinal se compacta centrando el tambor del rodillo sobre la junta y compactando simultáneamente el borde del carril adyacente. La compactación de estas juntas puede requerir un número mayor de pasadas para obtener la densidad requerida.

- Juntas “frías”: las juntas “frías” se producen cuando, por razones del proceso constructivo, no es posible efectuar la compactación de los bordes de los dos carriles adyacentes dentro del plazo de trabajabilidad del primer carril. Estas juntas se construyen cortando verticalmente con sierra el borde exterior no compactado o redondeado por la compactación del carril correspondiente, y colocando el nuevo carril contra el borde vertical

resultante del corte, que debe mantenerse constantemente húmedo y libre de cualquier material suelto

b) Juntas transversales

- Juntas de control o transversales de contracción: las juntas de control o transversales de contracción deberán construirse en el pavimento de CCR para inducir el agrietamiento en lugares preseleccionados. Se construyen aserrando el concreto, con sierras del tipo “soft-cut” o “green-cut”, tan pronto este tenga la consistencia suficiente para que no se desgrane con el aserrado (generalmente a las 2 o 3 horas de terminada la compactación). El aserrado se efectuará de tal manera que su borde quede perfectamente vertical. Las juntas serán aserradas antes de permitir la circulación de vehículos sobre el pavimento, con una separación según los planos, un espesor mínimo de 3mm y una profundidad igual a la tercera parte del espesor de la losa. Las juntas se terminarán de aserrar según el diseño de los planos, y se rellenarán dentro del menor plazo posible. Antes de proceder al relleno, las juntas deberán limpiarse con aire a presión.

- Juntas transversales de construcción: las juntas transversales de construcción se construyen cortando verticalmente con sierra el extremo redondeado por la salida de los equipos y pavimentando la continuación del carril contra el extremo vertical así obtenido, que ha de mantenerse húmedo y libre de cualquier material suelto. Se dispondrán juntas transversales de construcción al final de cada jornada diaria de trabajo, o cuando el proceso constructivo se interrumpa durante un tiempo superior al 75 % del plazo de trabajabilidad establecido.

c) Juntas entre capas: cuando el espesor del diseño del pavimento de CCR requiera que su construcción se efectúe en dos capas, y la colocación de la capa superior supere el 50 % del plazo de trabajabilidad establecido para la primera capa, esta deberá mantenerse continuamente húmeda y limpia de cualquier material suelto, antes de la colocación de la capa subsecuente. Dependiendo de las condiciones ambientales de temperatura, viento y humedad, el ingeniero podrá requerir el uso de lechada de cemento o mortero entre capas, las cuales se colocarán inmediatamente antes de colocar la siguiente capa.

505.12 Sellado de Juntas.

El sellado de la juntas deberá realizarse de acuerdo con lo establecido en la Subsección 501.12 de estas especificaciones generales, una vez que el CCR alcance el 80% de la resistencia esperada.

505.13 Comprobación de la Superficie.

La superficie del pavimento deberá revisarse con un escantillón de tres metros, tan pronto como se haya endurecido el concreto. Las zonas que muestren puntos más altos de 6 mm,

pero que no excedan 13 mm en tres metros, deberán ser señaladas e, inmediatamente, corregidas con una herramienta esmeriladora aprobada, hasta que tales zonas no muestren diferencias en la superficie mayores de 6 mm, al ser revisadas con la regla de tres metros. Cuando la diferencia con el perfil correcto sea mayor de 13 mm, el pavimento deberá removerse y reponerse por cuenta del Contratista.

505.14 Apertura al Tránsito.

El pavimento de CCR podrá abrirse al tránsito cuando el sello de curado aplicado haya adquirido sus propiedades definitivas. Se permitirá el tránsito liviano regulado de baja velocidad, después de dos horas de terminado el proceso. Se deberá proporcionar un auto piloto que guiará el tránsito a través del área construida, a una velocidad máxima de 20 Km/h durante las primeras 24 horas. Antes de la apertura al tránsito, deberá limpiarse el pavimento y haberse terminado de aserrar las juntas.

505.15 Aceptación

El material para la elaboración de pavimentos de concreto compactado con rodillo será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación. Deberá suministrarse una certificación de producción para el cemento hidráulico.

La resistencia a la compresión y flexotracción del concreto será evaluada según la Subsección 107.04 Conformidad determinada o ensayada, de acuerdo con la Tabla 505-2 sobre requisitos mínimos de muestreo y ensayo para pavimento de concreto compactado con rodillo.

La construcción con concreto compactado con rodillo (incluyendo el mezclado, colocación, acabado y cura del concreto) será evaluada conforme a las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada, de acuerdo con la Tabla 505-2 sobre requisitos mínimos de muestreo y ensayo para pavimento de concreto compactado con rodillo.

Los materiales y aditivos para el curado se evaluarán de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 y Certificación la Sección 711.01 Materiales de curado.

Los aditivos se evaluarán de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual , 107.03 Certificación, 711.02 Aditivos inclusores de aire y 711.03 Aditivos químicos.

La emulsión asfáltica se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 702.01 Cemento asfáltico sin modificaciones y 702.02 Cemento asfáltico modificado.

El relleno para juntas se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.03 Certificación y la Sección 712 Material para juntas.

505.16 Medición

La cantidad que se pagará bajo este renglón será la cantidad de metros cuadrados de pavimento de concreto compactado con rodillo colocado y aceptado en la obra terminada. El ancho objeto de medición será el ancho del pavimento mostrado en la sección transversal típica de los planos, y los ensanchamientos adicionales ordenados por el ingeniero. La longitud se medirá horizontalmente a lo largo de la línea centro.

505.17 Pago

Las cantidades de concreto determinadas de acuerdo con la Subsección 505.16, se pagarán al precio unitario de contrato, por metro cuadrado, cuyo precio y pago serán la compensación total por el suministro y colocación de todos los materiales, incluyendo el material para las juntas, así como los aditivos si se han utilizado. No se efectuará ningún pago adicional por aquellas secciones de pavimentos que tengan un espesor promedio mayor del señalado en los planos.

El pago se hará según:

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.505.01 Pavimento de concreto compactado con rodillo	Metro cuadrado (m ²)

Tabla 505-2

Pavimento de Concreto Compactado con Rodillo. Muestreo y Ensayos

Material	Propiedades o características	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia mínima	Punto de muestreo
Concreto de cemento Portland	Graduación	- - -	AASHTO T-11 y T-27	1 grupo por cada 2000 m ² , pero no menos de 1 set por día (2)	En sitio de descarga
	Resistencia a la compresión ⁽²⁾	II	AASHTO T-1435		
	Resistencia a la flexotracción ⁽²⁾	II	AASHTO T-78 y C-31		
Pavimento de concreto compactado con rodillo	Control de densidad y humedad en sitio	II	AASHTO T-1040	1 control por cada 500 m ² , pero no menos de 1 control por carril por día	En sitio, después de la compactación final
	Espesor de pavimento ⁽²⁾	II	AASHTO T-24	1 núcleo cada 2000 m ²	En sitio, después del período de cura

Notas:

⁽¹⁾ Se deberá confeccionar 4 especímenes para ensayos a la compresión y 4 para la flexotracción.

⁽²⁾ Tanto la resistencia a la compresión como a la de flexotracción, será determinada por el promedio de la resistencia de dos especímenes fallados a los 28 días. Cuando se ha establecido una correlación confiable entre el módulo de ruptura y la resistencia a la compresión, se podrá utilizar esta última para controlar la resistencia del concreto.

⁽³⁾ La evaluación estadística no aplica si el pavimento se paga por metro cúbico.

SECCIÓN 552 CONCRETO ESTRUCTURAL

552.01 Descripción

Este trabajo consiste en proveer, colocar, curar y dar acabado al concreto hidráulico utilizado en la construcción de estructuras mayores (puentes, alcantarillas, entre otros).

La clase de concreto hidráulico para este tipo de estructuras se designa en la Tabla 552-1 (a) y (b).

552.02 Materiales.

Estarán de acuerdo con las especificaciones siguientes:

Agregados finos para concreto hidráulico	703.01
Agregados gruesos para concreto hidráulico	703.02
Cementos hidráulicos	701.01
Agua	725.01
Aditivos químicos	711
Puzolanas	725.04
Aditivos inclusores de aire	711.02
Relleno minerales de hierro y escorias	725.05
Materiales para el curado	711.01
Almohadillas elastoméricas de soporte y sellos elastoméricos de juntas a compresión	717.10
Recubrimientos de color	725.24
Modificador de látex	711.04
Recubrimientos de protección para concreto hidráulico	725.14
Vapores de sílice (microsílice)	725.04

Requerimientos de Construcción

552.03 Composición (Diseño de mezclas de concreto hidráulico).

Las mezclas de concreto hidráulico serán diseñadas y producidas en conformidad con las resistencias indicadas en Tabla 552-1(a) para la clase de concreto hidráulico especificada para uso general.

La composición del concreto hidráulico a utilizar en estructuras para puentes deberá ser diseñada y producida de acuerdo con las resistencias indicadas en la Tabla 552-1(b).

El concreto hidráulico estructural deberá cumplir las siguientes especificaciones ACI u otra normativa aceptada:

- **ACI 211.1** Práctica estándar para la selección de proporciones para el concreto hidráulico normal, pesado y masivo.

- **ACI 211.2** Práctica estándar para la selección de proporciones para el concreto hidráulico estructural liviano

- **ACI 211.3** Práctica estándar para la selección de proporciones para el concreto hidráulico sin revenimiento.

Tabla 552-1(a)

Composición del concreto hidráulico estructural de uso general

Clase de concreto hidráulico	Descripción general de uso	Resistencia mínima a 28 días (MPa)	Contenido mínimo cemento (kg/m ³)	Razón máxima A/C	Revenimiento (mm) ⁽¹⁾	Tamaño máximo agregado grueso (mm)
A	Estructuras reforzadas expuestas o no al agua salada	25	420	0,52	50 a 100	25 ó 38
B	Estructuras reforzadas de sección muy delgada, se debe incluir aditivo que mejore trabajabilidad.	28	450	0,49	70 a 150 ⁽²⁾	12 ó 19
C	Estructuras masivas como concreto ciclópeo	14	250	0,65	50 a 100	50 ó 63
D	Colado de estructuras de concreto preesforzado	35	500	0,40	50 a 100	19 ó 25
X	Colado de estructuras ligeramente reforzadas tales como cajas de registro y cabezales de alcantarilla	18	325	0,58	50 a 100	50 ó 38
S	Construcción de estructuras sumergidas bajo agua	28	450	0,49	30 a 80	25 ó 38

Notas:

(1) El revenimiento máximo de un concreto hidráulico es de 200 mm si el diseño de mezclas incluye un reductor de agua.

(2) Medir el revenimiento 4 a 5 minutos después de que el concreto sea descargado de la mezcladora.

Tabla 552-1(b)
Composición del concreto hidráulico estructural para puentes

Clase de concreto hidráulico	Descripción general de uso	Contenido mínimo cemento (kg/m ³)	Razón máxima A/C	Revenimiento (mm) ⁽¹⁾	Tamaño máximo agregado grueso (mm)	Resistencia mínima a 28 días (MPa)
A	Generalmente se utiliza para todo los elementos estructurales, excepto cuando alguna otra clase sea más apropiada, específicamente para el concreto expuesto a agua salada.	360	0,49	50 a100	25 a 4,75	28
B	Es utilizado para cimentaciones, pedestales, pilotes masivos pre-excavados colados en sitio y muros de gravedad. Estructuras menores.	305	0,58	50 a100	50 a 75 ó 75 a 4,75	17
C	Es utilizado en secciones delgadas, como barandas reforzadas con un espesor menor a 100 mm, para relleno en pisos de rejilla de acero, etc.	388	0,49	70 a150 ⁽²⁾	12,5 a 4,75	28
P	Es utilizado cuando la resistencia se requiere que exceda los 28 MPa. Para el concreto presforzado, se debe considerar limitar el tamaño nominal para el agregado a 20 mm.	333	0,49	50 a100	25 a 4,75 ó 19 a 4,75	Según las especificaciones establecidas por la Administración
S	Es utilizado para concreto depositado debajo del agua en ataguías para evitar el paso del agua.	388	0,58	30-80	25 a 4,75	-
Concreto Liviano	Generalmente se utiliza únicamente en condiciones donde el peso es crítico.	333	Según las especificaciones establecidas por la Administración			

Notas:

(1) El revenimiento máximo de un concreto hidráulico es de 200 mm si el diseño de mezclas incluye un reductor de agua.

(2) Medir el revenimiento 4 a 5 minutos después de que el concreto sea descargado de la mezcladora.

El Contratista presentará por escrito el diseño de mezcla a la Administración para su verificación y aprobación, utilizando los mismos agregados, cemento y aditivos utilizados en los diseños. Los diseños se someterán para su revisión por lo menos 36 días antes de iniciar la producción.

Cada diseño de mezcla debe incluir lo siguiente:

- (a) Nombre del proyecto.
- (b) Nombre y dirección del Contratista y la planta de concreto hidráulico a utilizar.
- (c) Clase de concreto hidráulico y resistencia a los 28 días.
- (d) Tipo de cemento y tipo de sustituto de cemento si se usara.
- (e) Proporciones del agregado, cemento, agua y aditivos.
- (f) Nombre y lugar de las fuentes de los agregados, cemento, agua y aditivos.
- (g) Contenido de cemento en kilogramos por metro cúbico de concreto hidráulico.
- (h) Pesos de los agregados gruesos y finos por metro cúbico de concreto hidráulico.
- (i) Contenido de agua (incluyendo humedad libre en el agregado más agua en el tambor, excluyendo la humedad absorbida en el agregado) en kilogramos por metro cúbico de concreto hidráulico.
- (j) Relación agua/cemento.
- (k) Dosificación de los aditivos (No debe de mezclarse aditivos químicos de diferentes fabricantes).
- (l) Análisis granulométricos de los agregados finos y gruesos.
- (m) Absorción del agregado fino y grueso.
- (n) Gravedad específica bruta seca y saturada de los agregados finos y gruesos.
- (o) Pesos unitarios secos envarillados del agregado grueso, en kilogramos por metro cúbico.
- (p) Módulo de finura (MF) del agregado fino.
- (q) Certificados de calidad para el cemento, los aditivos y los agregados.
- (r) Valores del revenimiento del diseño con o sin aditivos reductores de agua.
- (s) Litros de agua por metro cúbico de concreto hidráulico para los agregados con superficie seca.
- (t) Peso unitario del concreto hidráulico.
- (u) Resistencia especificada para el diseño (f'_c) y resistencia promedio requerida (f'_{cr}) para la mezcla de concreto hidráulico a los 28 días, con base en la norma ACI 318. Hasta obtener la resistencia a los 28 días, un diseño de mezcla puede ser aprobado si los resultados de resistencia a la compresión a los 7 días son iguales o superiores al 85% de la resistencia promedio requerida (f'_{cr}) a los 28 días.

Tabla 552-2

Resistencia promedio de diseño requerida

Resistencia de diseño (f'_c) (MPa)	Resistencia promedio requerida (f'_{cr}) (MPa)
Menor de 21	$f'_c + 7$
21-35	$f'_c + 8,5$
Mayor de 35	$1,10f'_c + 5$

- (v) El límite mínimo especificado es el mínimo esfuerzo a la compresión requerido a 28 días (f'_c) especificada en el contrato. Resultados de aceptación del concreto hidráulico deben basarse en 3 cilindros a los 28 días de acuerdo con la norma AASHTO T-22 (INTE 06-02-01). Cilindros adicionales pueden fallarse a diferentes edades cuando así lo determine la Administración.
- (w) Muestra de materiales si fuera necesario.
- (x) Valores de contenido de aire en el concreto. Incluir el rango de contenido de aire propuesto para el concreto a ser incorporado en el trabajo. Describir los métodos por los cuales el contenido del aire será monitoreado y controlado. Proveer documentos aceptables expresando que el revenimiento y el esfuerzo de compresión del concreto estarán dentro los límites específicos, a través del rango completo del contenido del aire propuesto.

No se debe iniciar la producción del concreto hidráulico hasta que el diseño de mezcla sea aprobado.

Si existe un cambio en la fuente de algún material o si el módulo de finura del agregado fino cambia en más de 0,20, se debe someter para aprobación un nuevo diseño de mezcla.

552.04 Manipulación y almacenamiento de materiales.

El agregado se debe almacenar y manipular de manera que se prevenga la segregación, contaminación, o cualquier otro efecto dañino. Se almacenarán y manipularán los agregados de manera que se asegure un contenido de humedad uniforme en el momento de dosificarlos. No se usará cemento o puzolana que presenten evidencias de haber adquirido humedad.

552.05 Medida de materiales.

El concreto hidráulico se dosificará de acuerdo con el diseño de mezcla aprobado y los pesos deben de cumplir con las siguientes tolerancias:

Tabla 552-3

Tolerancias en la dosificación de la mezcla de concreto hidráulico

Materiales	Tolerancia (%)
Cemento	± 1%
Agua	± 1%
Agregado	± 2%
Aditivo	± 3%

Si se mantienen las tolerancias especificadas, puede usarse un sistema de medida por volumen.

552.06 Plantas de dosificación, mezcladoras y agitadores.

Las plantas de dosificación, mezcladoras y agitadoras deberán cumplir con AASHTO M157. El equipo de mezclado volumétrico continuo debe estar conforme a AASHTO M241.

552.07 Mezcla.

El concreto hidráulico se debe mezclar en una planta mezcladora central o en camiones mezcladores. Se deberá operar todo el equipo dentro de la capacidad recomendada por el fabricante. El concreto hidráulico se deberá producir con una consistencia uniforme.

- (a) Planta central de mezclado: Se deberá agregar los aditivos líquidos por medio de un medidor de fluidos. Se recomienda el uso de equipo de suficiente capacidad, para medir de una sola vez la cantidad completa de aditivo requerida para cada bache. Si se usa más de un aditivo, se debe dispensar cada uno con un equipo separado.

Se deberá cargar primero el agregado grueso, un tercio del agua y todo el aditivo dentro de la mezcladora, y luego se agregará el material restante.

Se debe mezclar por lo menos durante 50 segundos, contando el tiempo de mezclado después de que todo el cemento y el agregado estén en el tambor. Se agregará el agua restante durante el primer cuarto del tiempo de mezcla. El tiempo de transferencia de la mezcla entre los tambores de mezcladoras de tambor múltiple se incluye en el tiempo indicado de mezcla. El tiempo termina cuando se abre la compuerta de descarga.

Se removerá todo el contenido de una mezcladora individual antes de que el bache siguiente sea cargado en el tambor.

- (b) Mezcla en camión: No deben usarse mezcladoras que tengan alguna parte de las paletas con un desgaste mayor de 25 mm respecto a la altura original de fábrica. No se usarán mezcladoras y agitadores con concreto hidráulico endurecido o con mortero acumulado en el tambor de la mezcladora.

Se deben de cumplir los siguientes pasos:

- Agregar los aditivos al agua de la mezcla antes o durante el mezclado.
- Cargar el bache dentro del tambor de manera que una porción del agua de la mezcla entre antes que el cemento.
- Mezclar cada tanda de concreto hidráulico de acuerdo con la norma AASHTO M 157.

(c) Mezcla en batidora: Solo se aceptara para obras misceláneas tales como cunetas, cabezales pequeños, tomas, entre otros, que hayan sido previamente aprobados por la Administración y que cumpla con todos los requisitos de esta sección.

552.08 Entrega.

La producción y entrega del concreto hidráulico debe permitir una colocación continua que no alcance el fraguado inicial del concreto hidráulico restante, que será vaciado adyacente a él.

Se usarán métodos de entrega, manejo y colocación que minimicen la remezcla del concreto hidráulico, y prevengan cualquier daño durante el colado a la estructura.

No se colocará concreto hidráulico que haya desarrollado un fraguado inicial. Nunca se remezclará el concreto hidráulico agregándole agua.

Si es aprobado un aditivo a usarse en la mezcla de concreto hidráulico, a efecto de estabilizar la hidratación, debe agregarse al concreto hidráulico dentro del límite de tiempo aprobado en el diseño para la descarga. Se limita las pérdidas de revenimiento a no más de 50 mm durante el período de estabilización. Se puede utilizar un activador de hidratación aprobado y compatible en las descargas para asegurar colocación y prueba apropiada.

Para la entrega del concreto hidráulico se usará alguno de los siguientes medios:

(a) Camión mezclador/agitador: Se usará la velocidad de agitación para todo el tiempo de mezcla. Cuando un camión mezclador o agitador se use para transportar concreto hidráulico, que ya está completamente mezclado en una mezcladora central estacionaria, se seguirá agitando durante el transporte a la velocidad de agitación recomendada por el fabricante.

El concreto hidráulico sin aditivo debe ser descargado como máximo 1,50 horas después de haber sido producido.

El tiempo de descarga para el concreto hidráulico con aditivos dependerá del producto y las indicaciones o recomendaciones del fabricante, tiempo que deberá ser previamente aprobado por la Administración.

(b) Equipo sin agitación: Se podrá usar equipo sin agitación para transportar concreto hidráulico, si la descarga del concreto hidráulico se concluye en el transcurso de 20 minutos, desde el inicio de la adición del cemento al tambor de la mezcladora. Usar contenedores metálicos, herméticos que sean capaces de descargar el concreto hidráulico

a una velocidad controlada, sin segregación. Usar cobertores cuando se necesiten para su protección.

552.09 Control de calidad de la mezcla en planta

Suministrar y seguir un plan de control de calidad de acuerdo con la Sección 153.04 Plan de control de calidad según sea pertinente y considerando, además de lo que sigue:

(a) Mezcla: Se debe asignar un técnico en concreto hidráulico, experimentado y competente, para que permanezca en la planta mezcladora revisando las operaciones de la planta y que sea responsable del control de calidad, incluyendo:

- (1) Revisar el correcto almacenamiento y manejo de todos los componentes de la mezcla de concreto hidráulico.
- (2) Revisar que se dé un correcto mantenimiento y limpieza de planta, camiones y otros equipos.
- (3) Revisar la uniformidad de la graduación de agregados finos y gruesos.
- (4) Verificar el módulo de finura del agregado fino.
- (5) Revisar la medición del contenido de humedad de los agregados y ajuste por humedad de las proporciones del agregado de la mezcla requeridas, antes de la producción de cada día y durante el día si fuera necesario, para mantener la relación agua/cemento ajustada.
- (6) Revisar los pesos de los baches de las mezclas de concreto hidráulico con base a los diseños aprobados, para la producción de cada día y la revisión de la calibración de la planta, cuando fuera necesario.
- (7) Confección de los tiquetes de los despachos que incluyen la siguiente información:
 - (a) Suplidor del concreto hidráulico.
 - (b) Tiquete con el número de serie.
 - (c) Fecha y número de camión
 - (d) Nombre del Contratista.
 - (e) Estructura o sitio de la colocación.
 - (f) Diseño de mezcla y clase de concreto hidráulico.
 - (g) Agua total de la mezcla en planta.
 - (h) Tiempo de procesamiento y tiempo de finalización de la descarga.
 - (i) Si se utiliza un aditivo, se debe registrar el revenimiento en la planta después de agregar el mismo.

Se debe proporcionar el equipo necesario para las pruebas y controles antes mencionados.

(b) Entrega y muestreo: Se debe asignar por lo menos un técnico competente y con experiencia para que permanezca en el proyecto y se responsabilice de la entrega del concreto hidráulico, de las operaciones de descarga y del muestreo, incluyendo lo siguiente:

- (1) Verificación de que los ajustes de la mezcla, antes de la descarga cumplan con las especificaciones.

Suministrar todo el equipo y efectuar las mediciones de temperatura, peso unitario y contenido de aire cuando se solicite, revenimiento y otras pruebas que verifiquen el

cumplimiento de las especificaciones antes y durante cada operación de colocación se registran y presentan los resultados a la Administración.

- (2) Preparar los tickets de despachos, el registro de la proporción aparente de agua/cemento y el tiempo en que la descarga se completa. Proveer una copia de cada ticket de despacho con el tiempo de colocación.

Si se utiliza aditivo, se debe determinar el revenimiento antes de la colocación. No se debe utilizar el concreto hidráulico con una pérdida de revenimiento de más de 50 mm con respecto al revenimiento registrado en la planta.

Se debe muestrear cada viaje después de descargar al menos un 10,0% del viaje. Cuando se utiliza el mezclado continuo, se muestrea aproximadamente cada 7,5 m³.

Se hace la prueba del contenido de aire de acuerdo con AASHTO T 152 o T 196.

Las pruebas de revenimiento, y temperatura deben estar en conformidad con las especificaciones solicitadas para el proyecto.

Se deben realizar pruebas de revenimiento y temperatura a todos los viajes y realizar pruebas de control de resistencia cada tres (3) viajes.

Se tomarán muestras de lotes especificados de acuerdo con la norma INTE 06-01-05. No se deben tomar muestras compuestas de varios viajes. El punto de muestreo es en la descarga en el punto de colocación. Se moldearán por lo menos 4 cilindros para ensayos a la compresión, a los que se le proporcionará el curado inicial apropiado y se transportarán cuidadosamente al sitio de curado preparado en el proyecto. Tres de los cuatro cilindros se usarán para los ensayos de compresión a los 28 días. El o los cilindros restantes se usarán para la verificación, resistencias proyectadas, u otros propósitos especificados. Se debe prestar asistencia en la ejecución de otras pruebas si fuera requerido.

552.10 Temperatura y condiciones ambientales.

Se mantendrá la temperatura de la mezcla de concreto hidráulico entre 10 °C y 32 °C, justo antes de la colocación, con excepción del concreto hidráulico para las losas de los puentes, que debe mantenerse entre 10 °C y 30 °C. El control de la temperatura se deberá realizar de acuerdo con INTE 06-02-06.

Si por las condiciones particulares del proyecto, por ejemplo en el caso de climas cálidos, la Administración decide elevar la temperatura de colocación, esta podrá elevarse hasta 35°C como máximo, de acuerdo a lo establecido en la norma ACI 305.

(a) Clima frío: El clima frío se define como el período en que, por más de 3 días consecutivos, existen las siguientes condiciones:

- (1) El promedio de las temperaturas más altas y más bajas que ocurren durante el período de mediodía a medianoche es menor que 5 °C
- (2) La temperatura del aire no es mayor que 10 °C para más de la mitad de cualquier período de 24 horas.

(b) Clima caliente: Se considera clima caliente, cuando en cualquier momento durante la colocación del concreto hidráulico, la temperatura ambiente en el sitio de trabajo esté sobre 35 °C.

En clima caliente se deben enfriar todas las superficies en contacto con la mezcla a menos de 35 °C. Se enfriará cubriendo con esteras mojadas o petates de algodón, rociando con agua, colocando cubiertas protectoras, o con cualquier otro método aprobado.

Durante la colocación se debe mantener la temperatura del concreto hidráulico usando cualquier combinación de lo siguiente:

- (1) Las áreas de almacenamiento de materiales o el equipo de producción deben estar bajo sombra.
- (2) Se enfriará el agregado rociándolo con agua.
- (3) El agregado y/o el agua se enfriarán por refrigeración o sustituyendo parte o toda el agua de mezcla con hielo fraccionado o triturado, hasta el punto en que el hielo se derrita completamente durante la mezcla del concreto hidráulico.

(c) Evaporación: Cuando se coloque concreto hidráulico en la losa de los puentes o en otras losas expuestas, se debe limitar la evaporación esperada a una razón menor de 0,5 kilogramos de agua por metro cuadrado por hora, como se especifica en la Figura 552-1. La velocidad del viento se podrá obtener de la información que brinda el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) o bien con cualquier dispositivo debidamente aprobado por la Administración.

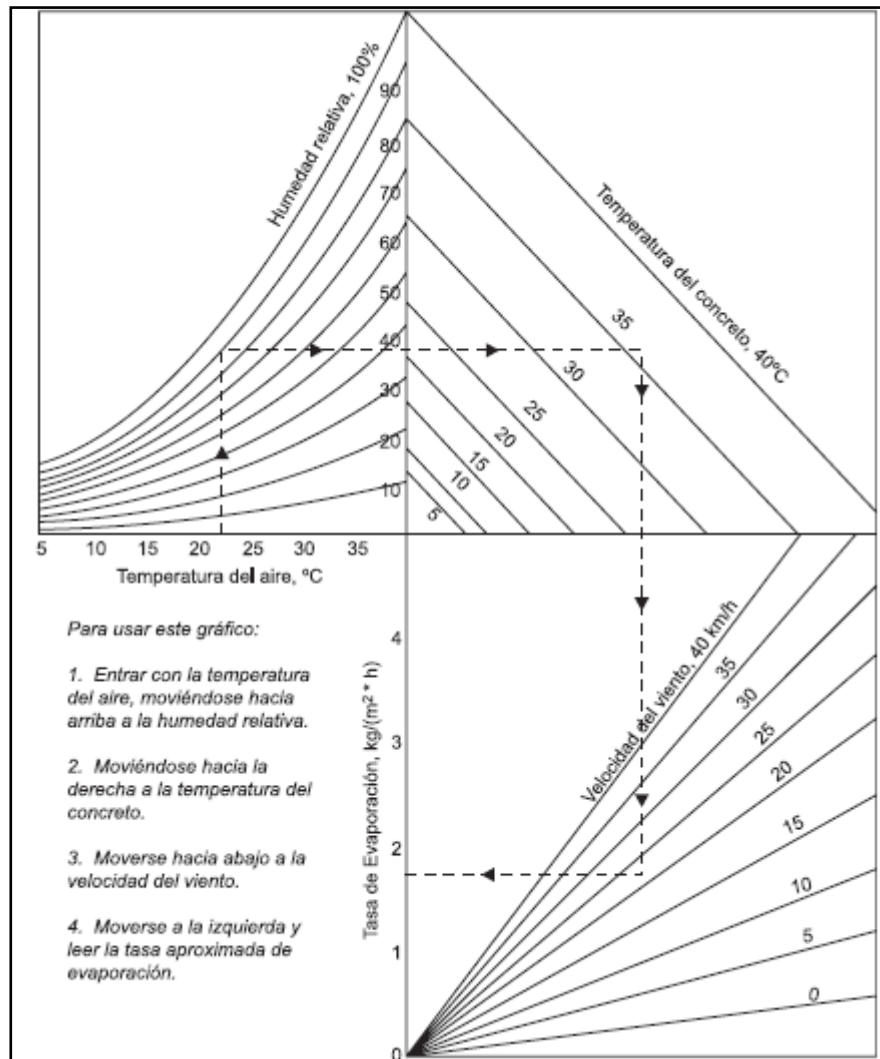


Figura 552-1. Razón de evaporación de humedad superficial

Cuando es necesario, se sigue una o más de las siguientes acciones:

- (1) Se construyen rompevientos, cortavientos o espacios cerrados para reducir eficazmente la velocidad del viento a través del área de colocación.
- (2) Durante la colocación se usan rociadores de neblina contra el viento para aumentar eficazmente la humedad relativa.
- (3) Se reduce la temperatura del concreto hidráulico según lo indicado anteriormente en (b).

(d) Lluvia: Siempre, durante e inmediatamente después de la colocación se debe proteger al concreto hidráulico de la lluvia.

552.11 Manejo y colocación del concreto hidráulico.

Antes de iniciar los trabajos de colocación, se efectuará el trabajo especificado en la Sección 208 Excavación y Relleno para Estructuras Mayores. Se prepararán el acero de refuerzo, el acero estructural, los dispositivos de apoyo, el material de juntas y los artículos misceláneos necesarios, de acuerdo con las Secciones correspondientes.

(a) General: Se debe diseñar y construir el andamiaje y los encofrados de acuerdo con la Sección 562 Obras Temporales. Se debe manipular, colocar y compactar el concreto hidráulico siguiendo métodos que no causen segregación y que produzcan concretos

hidráulicos densos y homogéneos, libres de vacíos y hormigueros. Los métodos de colocación no deben causar desplazamiento del acero de refuerzo o cualquier otro elemento que quedará empotrado en el concreto hidráulico. Se colocará y compactará el concreto hidráulico antes de la fragua inicial. No se debe remezclar el concreto hidráulico agregando agua a la mezcla.

No se colocará el concreto hidráulico hasta que los encofrados y todos los accesorios que quedan recubiertos, hayan sido inspeccionados.

Se removerá todo el mortero, escombros y materiales extraños de los encofrados y del acero de refuerzo antes de iniciar la colocación del concreto hidráulico. Se humedecerán los encofrados y el subsuelo antes de que el concreto hidráulico sea colocado. Las formaletas temporales se pueden dejar en el lugar hasta que no sean necesarias para el colado, después de lo cual serán removidas.

Se colocará el concreto hidráulico en forma continua -sin ninguna interrupción- en la etapa de construcción planeada o entre juntas de expansión. Los volúmenes de entrega, la secuencia de colocación y los métodos usados deben ser tales que el concreto hidráulico fresco sea siempre colocado y vibrado contra concreto hidráulico colocado anteriormente, antes que empiece el fraguado. No se permitirá que el tiempo entre la colocación de batches consecutivos exceda 30 minutos.

Durante y luego de la colocación de concreto hidráulico no se debe perturbar el concreto hidráulico colado anteriormente, o afectar la adherencia entre el concreto hidráulico y el acero de refuerzo. Se debe mantener a los trabajadores fuera de las zonas con concreto hidráulico fresco. No se deben apoyar plataformas o andamios ni equipo directamente sobre el acero de refuerzo. Una vez que el concreto hidráulico es colocado no se deben disturbar los encofrados, o el acero de refuerzo del concreto hidráulico que sobresale de éste, hasta que tenga suficiente resistencia para no sufrir daños.

(b) Secuencia de colocación.

- (1) Subestructuras: Ninguna carga deberá ser colocada sobre armaduras, pilares o estribos hasta que los resultados de los cilindros del mismo concreto hidráulico, curado bajo las mismas condiciones que el elemento de subestructura, indiquen que todo el concreto hidráulico tiene por lo menos 80% del esfuerzo a la compresión requerida a los 28 días.
- (2) Miembros verticales: Para miembros verticales de más de 5m de altura se debe dejar que el concreto hidráulico fragüe por lo menos 4 horas antes de vaciar concreto hidráulico para los miembros horizontales integrados. Para los miembros verticales de menos de 5 m de altura se debe dejar que el concreto hidráulico fragüe por lo menos 30 minutos. No se deben apoyar cargas de miembros horizontales hasta que los miembros verticales hayan alcanzado la resistencia requerida.
- (3) Superestructuras: No se debe colocar concreto hidráulico en la superestructura, hasta que los encofrados de subestructura hayan sido desmontados lo suficiente como para determinar la aceptabilidad del concreto hidráulico de la subestructura

de soporte. No se debe colocar concreto hidráulico en la superestructura hasta que ésta haya alcanzado la resistencia requerida.

El concreto hidráulico para vigas tipo T se colocará en operaciones separadas y se esperará por lo menos 5 días después de colada el alma de la viga para colar la losa superior de concreto hidráulico.

El concreto hidráulico para las vigas de cajón debe ser colocado en 2 ó 3 operaciones separadas, que consisten en la losa inferior, las almas de las vigas y la losa superior o como se indique en los planos. Sin embargo, se puede colar la losa inferior primero y no colar la losa superior hasta que las almas de la viga hayan sido colocadas y tengan por lo menos 5 días de fragua.

- (4) Arcos: Se colocará el concreto hidráulico en los anillos del arco de manera que el centro sea cargado uniforme y simétricamente.
- (5) Alcantarillas de cuadro: Se colará la losa de base de las alcantarillas de cuadro y se dejará que fragüe 24 horas antes de construir el resto de la alcantarilla. Para alturas de paredes de 1,5 m o menos, las paredes laterales y las losas superiores deben ser coladas en una operación continua. Para paredes de más 1,5 m de altura, pero de menos de 5 m de altura, se dejará fraguar el concreto hidráulico de las paredes laterales por lo menos 30 minutos antes de colar el concreto hidráulico en la losa superior. Para paredes de 5 m o más altas se dejará fraguar el concreto hidráulico de las paredes laterales por lo menos 12 horas, antes de colar concreto hidráulico en la losa superior.
- (6) Elementos prefabricados: Se colará y consolidará el concreto hidráulico de manera que no se produzcan contracciones y grietas en el miembro.

(c) Métodos de colocación: Usar equipos con capacidad suficiente, que hayan sido diseñados y operados previniendo segregación en la mezcla y pérdida de mortero. No se deben usar equipos que causen vibraciones y puedan dañar el concreto hidráulico fresco colocado. No se deben usar equipos con partes de aluminio que tengan contacto con el concreto hidráulico. Se deben remover los morteros secos o fraguados de las superficies internas del equipo de colocación.

Colocar el concreto hidráulico lo más cerca posible de su posición final. No se debe colocar concreto hidráulico en capas horizontales de más de 0,5 m de espesor. No se debe exceder la capacidad de vibración necesaria para consolidar y unir la capa nueva con la capa anterior. No se debe colocar el concreto hidráulico a una velocidad tal que cuando se corrija por temperatura, se exceda la carga de diseño de los encofrados.

No debe dejarse caer el concreto hidráulico sin confinamiento más de 2 m. El concreto hidráulico debe ser confinado usando un embudo con tubo ajustado o cualquier otro artefacto aprobado que prevenga la segregación de la mezcla y el esparcimiento del mortero. Esto no se aplica al vaciado de pilotes cuando la colocación de concreto hidráulico se completa antes que ocurra el fraguado inicial en el concreto hidráulico colocado anteriormente.

Se operarán las bombas de concreto hidráulico de manera tal que éste sea entregado en flujo continuo, sin bolsas de aire en el tubo de descarga. No se deben usar sistemas de banda transportadora de más de 170 m de largo, medidos de extremo a extremo en la totalidad del montaje de la banda. Se arreglará el montaje de la banda de tal manera que cada sección descargue en una tolva vertical, hasta la siguiente sección, sin que nada de mortero se adhiera a la banda. Se usará una tolva conducto y deflectores al final del sistema de la banda transportadora, para que el concreto hidráulico caiga verticalmente.

(d) Compactación: Se tendrán suficientes vibradores internos manuales que sean adecuados para las condiciones de la colocación del concreto hidráulico. Los vibradores deben cumplir con la Tabla 552-4. Se deberá tener vibradores con cubierta de hule cuando el acero de refuerzo tenga recubrimiento epóxico.

Tabla 552-4
Requisitos para vibradores manuales

Diámetro de corona (mm)	Frecuencia vibraciones / minuto	Radio de acción (mm)
19 a 38	10 000 a 15 000	75 a 125
32 a 64	9 000 a 13 500	125 a 225
50 a 89	8 000 a 12 000	175 a 350

Se deberá proveer un número suficiente de vibradores para consolidar cada bache a medida que vaya vaciándose. Se tendrá un vibrador de repuesto en el lugar, en caso de requerirse. Se usarán vibradores externos para encofrado solamente cuando éstos hayan sido diseñados para ser vibrados y cuando es imposible usar vibración interna.

Se consolidará todo el concreto hidráulico con vibración mecánica, inmediatamente después de su colocación. Se deberá operar los vibradores de manera que trabajen adecuadamente el concreto hidráulico alrededor del refuerzo, de accesorios empotrados, esquinas y ángulos en los moldes. No se debe provocar segregación. No se debe vibrar el concreto hidráulico colocado bajo agua. Se suplirán, si es necesario, acomodo y compactación adicionales del concreto hidráulico por medio de pala para asegurar una superficie lisa y densa a lo largo de los encofrados, en esquinas y en lugares que son imposibles de alcanzar con vibración.

El concreto hidráulico se vibrará en el punto de depósito y en puntos espaciados uniformemente, a no más de un 1,5 veces el radio sobre el cual la vibración es efectivamente visible. Se insertarán los vibradores de manera que las áreas vibradas se traslapen. No deben usarse vibradores para mover el concreto hidráulico. Los vibradores se insertarán verticalmente y lentamente. La vibración debe ser de duración e intensidad suficientes para consolidar completamente el concreto hidráulico sin causar segregación. No se debe realizar una vibración de duración larga en un punto que cause la formación de mortero en áreas localizadas. No se debe vibrar el acero de refuerzo.

(e) Colocación debajo del agua: La colocación de concreto hidráulico bajo el agua es permitida únicamente para el concreto hidráulico de sellos y en el relleno de pilotes excavados. Para propósitos ajenos al sello de concreto hidráulico se debe aumentar el contenido mínimo de cemento en un 10%. Se deberán usar embudos con tubo confinante, bombas de concreto hidráulico y otros métodos de colocación aprobados.

- (1) Embudos con tubería confinante: Usar embudos con tubería confinante impermeables con un diámetro de 250 mm o más. Ajustar superiormente con una tolva. Usar la cantidad de tubos necesaria. Los tubos confinantes deben bajar rápidamente para no retrasar o detener el flujo de concreto hidráulico.

Al iniciar la colocación de concreto hidráulico se debe sellar el final de la descarga y rellenar el tubo con concreto hidráulico. Mantener la tubería llena de concreto hidráulico hasta el fondo durante la colocación.

Si el agua entra por el tubo se retirará el embudo y se resellará el final de la descarga. Se mantendrá un flujo continuo de concreto hidráulico hasta que la colocación finalice.

- (2) Bombas de concreto hidráulico: Usar bombas con un dispositivo colocado al final del tubo de descarga que permita impedir el ingreso del agua exterior mientras el tubo está siendo llenado con concreto hidráulico. Cuando se inicie el flujo del concreto hidráulico se mantendrá el final del tubo de descarga lleno de este material y debajo de la superficie del concreto hidráulico ya depositado hasta que la colocación finalice.

El concreto hidráulico bajo el agua se colocará continuamente, desde el inicio hasta el final, en una masa densa. Colocar cada capa subsiguiente de concreto hidráulico antes de que en la capa anterior se inicie la fragua inicial. Usar más de un embudo o bomba si es necesario para garantizar el cumplimiento de los requisitos. Mantener la superficie de concreto hidráulico lo más horizontalmente posible. No se debe alterar el concreto hidráulico después de la colocación. Se mantendrá el agua en reposo en el punto de descarga.

Se deberá desaguar después que las pruebas de las muestras curadas bajo condiciones similares indiquen que el concreto hidráulico tiene suficiente resistencia para soportar las cargas esperadas. Se removerán los depósitos lechosos y todos los materiales insatisfactorios del concreto hidráulico expuesto.

(f) Barandas y parapetos de concreto hidráulico: Usar encofrados lisos, herméticos y rígidos. Las esquinas serán bien pulidas y perfiladas. Colocar el concreto hidráulico de las barandas y parapetos después de que los encofrados o andamiajes hayan sido removidos del tramo en cuestión. Remover los encofrados cuidando no dañar el concreto hidráulico.

Se deberá dar acabado a las esquinas cuidadosamente, dejándolas perfiladas, libres de grietas y astillas o de cualquier otro defecto.

Las partes precoladas de barandas deberán ser coladas en moldes herméticos para evitar el escape del mortero. Remover los encofrados tan pronto como el concreto hidráulico este suficientemente duro como para soportarse a sí mismo. Proteger los filos y esquinas contra quebraduras, grietas y cualquier otro daño. Curar de acuerdo con la subsección 552.15 (b) Curado del concreto hidráulico con agua. El período de curado se puede acortar usando vapor y / o agentes reductores de agua o cemento portland tipo III.

552.12 Juntas de construcción.

Se usarán juntas de construcción en los sitios señalados en los planos. Es requerida la aprobación escrita para cualquier junta de construcción adicional. En las juntas de construcción horizontales colocar tiras de calibración dentro de los moldes a lo largo de todas las caras expuestas, para lograr que las juntas queden en línea recta. Las juntas de construcción deben ser, limpiadas y saturadas antes de colar el concreto hidráulico fresco adyacente. Inmediatamente antes de colocar concreto hidráulico nuevo, los encofrados deberán ser fuertemente presionados contra el concreto hidráulico ya colocado inmediatamente antes de colar el concreto hidráulico en los encofrados adyacentes. Donde sea accesible la superficie vieja deberá ser cubierta completamente con una capa muy delgada de mortero de cemento. El acero de refuerzo debe pasar a través a las juntas de construcción.

552.13 Juntas de expansión y contracción.

- (a) Juntas abiertas: Se deberá construir juntas abiertas utilizando de madera, placas de metal u otro material aprobado. Se deberá retirar el molde sin astillar ni quebrar las esquinas del concreto hidráulico. El refuerzo no se deberá extender a través de una junta abierta.
- (b) Juntas rellenas: El relleno de juntas deberá ser cortado del mismo tamaño y forma de las superficies por unirse. Se fijará el relleno en una superficie de la junta, usando clavos galvanizados o cualquier otro método aceptado. Se empalmará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Después de retirar los moldes, se deberá remover y cortar cuidadosamente cualquier concreto hidráulico o mortero que hubiese escurrido a través de las juntas. Se rellenarán todas las aberturas de las juntas de más de 3 mm de grosor con asfalto caliente o cualquier relleno que sea aprobado. Se colocarán los pasadores que fuesen necesarios, dispositivos de transferencia de carga y otros accesorios, según lo indiquen los planos o como se ordenase.
- (c) Juntas de acero: Se fabricarán placas, ángulos u otros perfiles estructurales, de acuerdo a la superficie del concreto hidráulico. Se establecerá la abertura de las juntas a la temperatura ambiente en el momento de la colocación del concreto hidráulico. Asegurar bien las juntas para mantenerlas en posición correcta. Mantener una abertura sin obstrucción en la junta durante la colocación de concreto hidráulico.
- (d) Juntas impermeabilizantes: Estas deberán ser colocadas de acuerdo con los requisitos de la Sección 567 Juntas Impermeabilizantes del Agua.
- (e) Sellos para juntas en compresión: Se usará un sello de compresión de una sola pieza para juntas transversales y para las juntas longitudinales el sello deberá ser lo más largo posible. Se deben limpiar y secar las juntas y remover el exceso de material e irregularidades. Aplicar un lubricante adhesivo como capa protectora en ambos extremos del sello justo antes de colocarlo. Se debe comprimir el sello y colocarlo en la junta según las recomendaciones del fabricante. Asegurar que el sello esté en contacto total con las paredes de las juntas en toda su longitud.

Se deben remover y descartar todos los sellos torcidos, ondeados, mellados o malformados.

Se deberá remover y reinstalar sellos en las juntas que se alarguen más de un 5 % de su longitud original, cuando estén comprimidos. Remover todo el exceso de lubricante-adhesivo antes de que se seque.

- (f) Sellos elastoméricos para juntas de expansión: Se instalarán los sellos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y en conformidad con los planos.

552.14 Acabado de concreto hidráulico plástico.

Se deberá dar acabado a las superficies de concreto hidráulico que no quedan en contacto con encofrados. Se deberá remover cualquier exceso de concreto hidráulico o mortero fino. Se deberá dar acabado cuidadosamente, con herramienta manual a todos los bordes no biselados. Dejar expuestos los bordes de las juntas rellenas. Se deberá proteger la superficie contra la lluvia.

Se deberá proveer al menos dos puentes de trabajo que no vibren o se balanceen y que sean capaces de soportar a los trabajadores y equipo durante la colocación, curado y acabado de las operaciones. Se deberá colocar los puentes de trabajo a una altura razonable tal que permita el correcto desempeño de los trabajos y que a la vez no represente un riesgo para la superficie de concreto fresco terminada.

(a) Acabado, nivelación y llaneteado: Para la cubierta de los puentes o las losas superiores de las estructuras que sirven como pavimentos finales, se debe usar una maquinaria aprobada de acabado, autopropulsada y con codal oscilante. Si así se aprueba se usarán métodos de terminación a mano para las áreas irregulares donde el uso de maquinaria no es práctico.

Se deberá nivelar (codalear y quitar el exceso de lechada) todas las superficies usando un equipo soportado y moviéndose sobre rieles. No colocar rieles dentro de los límites de colocación de concreto hidráulico, sin aprobación previa.

Se instalarán rieles en soportes que no cedan, de manera que el equipo de acabado opere sin problemas sobre toda la superficie que ya ha sido acabada. Extender los rieles más allá de ambos finales de la colocación de concreto hidráulicos establecidos, para permitir que la maquinaria termine de colar el concreto hidráulico. Colocar rieles en la longitud total de las vigas de acero de la superestructura.

Se ajustarán los rieles y el equipo de acabado al perfil requerido y a la sección transversal, tomando en consideración el asentamiento anticipado, la curvatura y la deflexión del andamiaje.

Antes de iniciar la entrega y colocación del concreto hidráulico se debe operar la maquinaria de acabado sobre el área completa de trabajo, para detectar posibles deflexiones de rieles, excesivo espesor de losa, recubrimiento del acero de refuerzo y para verificar la operación correcta del equipo. Se harán las correcciones necesarias antes de iniciar la colocación de concreto hidráulico.

Después de iniciada la colocación del concreto hidráulico, se operará la máquina de acabado sobre el concreto hidráulico según sea necesario para obtener el perfil y la sección

transversal requerida. Mantener un pequeño exceso de concreto hidráulico en frente del filo de corte del codal todo el tiempo hasta el final del vaciado o encofrado y luego remover y eliminar. Se ajustarán los rieles, según sea necesario, para corregir los asentamientos o deflexiones no previstas.

Se deberán remover los soportes de rieles embebidos en el concreto hidráulico a por lo menos 50 mm por debajo de la superficie terminada y acabada. Se llenará y acabará cualquier hueco en el concreto hidráulico fresco. Se acabará la superficie con una llana, rodillo u otro aparato aprobado, según sea necesario, para remover todas las irregularidades locales.

Se deberá remover todo el exceso de agua, lechada o material extraño que salga a la superficie, usando un rodillo o codal y pasándolo desde el centro de la losa hacia los lados. No se debe aplicar agua a la superficie del concreto hidráulico, durante las operaciones de acabado.

(b) Alineamiento: Se revisarán todos los niveles de losas y aceras y la superficie completa paralela a la línea del centro del puente, con un codal metálico de por lo menos 3 metros de largo. Se traslapará el paso del codal en por lo menos la mitad de la longitud previamente alineada. Se corregirán las desviaciones que excedan 3 mm del borde del codal.

Para las superficies de losas que van a recibir una sobre capa, corregir las desviaciones de más de 6 mm.

(c) Texturización: Se obtendrá una textura en la superficie que sea resistente, antideslizante y acanalada, en todas las áreas de operación vehicular. Se deberá usar uno de los siguientes acabados o una combinación de éstos, según se requiera:

- (1) Acabado estriado: Usar un rastrillo que tenga una sola fila de agujas o una máquina diseñada y aprobada especialmente para marcar canales en pavimentos de concreto hidráulico. Las líneas de las estrías en el concreto hidráulico deben estar espaciadas a 19 ó 25 mm centro a centro. Hacer los canales de 3 a 5 mm de ancho y de 3 a 5 mm de profundidad. Estriar perpendicularmente a la línea del centro sin rasgar la superficie de concreto hidráulico ni perder agregado.

Si las estrías son aserradas, cortar las estrías de aproximadamente 5 mm de ancho espaciándolas de 19 a 25 mm.

En la calzada de puentes, terminar la conformación de las estrías a 300 mm de la cara del bordillo y proveer un acabado con plancha longitudinal, en la superficie de las cunetas.

- (2) Acabado de aceras: Acabar la superficie usando un codal y luego una llana para su terminación. Usar una herramienta de acabado de orillas (redondeado) en los bordes y juntas de expansión. Barrer la superficie con un escobón de cerdas duras, barrer perpendicularmente a la línea del centro, de borde a borde, con pasadas adyacentes y levemente traslapadas.

Se deberán producir corrugados regulares que no tengan más de 3 mm de profundidad, sin rasgar el concreto hidráulico.

Cuando el concreto hidráulico está en condición plástica, se corregirán puntos porosos, irregularidades, depresiones, bolsas pequeñas y puntos rugosos. Se acanalarán las juntas de contracción a los intervalos requeridos usando una herramienta aprobada para acanalar.

- (3) Acabado cepillado: Se usará una llana de acero para producir una superficie lisa dejándola libre de agua de exudación. Se pasará un cepillo fino a la superficie, con pasadas paralelas.
- (4) Acabado con agregado expuesto: Se acabará la superficie usando un codal y luego una llana, para concluir el acabado. Se usará un ribeteador en todas las juntas transversales y longitudinales, que queden contra las formaletas o el pavimento existente (dejar los bordes redondeados). Si la chorrea es continua no se deberán ribetear las juntas transversales, tampoco se deberán ribetear las longitudinales si la chorrea cubre dos carriles.

Tan pronto como el concreto hidráulico se endurezca lo suficiente para prevenir que las partículas de grava sean desalojadas, se debe barrer o cepillar la superficie. Se usarán cepillos de cerda dura, previa aprobación del contratante. Se cuidará de prevenir que la superficie se descascare o agriete en los bordes de las juntas. Si se aprueba por el contratante, se aplicará un rociador liviano de retardador a la superficie sin acabar, para facilitar este trabajo.

Para comenzar se cepillará transversalmente a través del pavimento y luego se empujará el mortero suelto semiduro totalmente fuera del pavimento. Se deberá remover el mortero de todos los pavimentos adyacentes y luego se cepillará paralelamente a la línea de centro del pavimento. Continuar esta operación hasta que una cantidad suficiente de agregado quede expuesto. Otros métodos de acabado de agregado expuesto, como el de usar rociador de agua pegado en un cepillo especial para este propósito, se puede permitir siempre y cuando se demuestren resultados satisfactorios.

Después de curar de acuerdo a Subsección 552.15 Curado del concreto hidráulico, lavar la superficie con cepillo y agua para remover toda la lechada y cemento del agregado expuesto.

- (d) Superficie debajo de los apoyos: Se acabarán todas las superficies de apoyo dentro de 5 milímetros de la elevación de la planta. Cuando una placa de mampostería o un material de relleno se van a colocar directamente sobre el concreto hidráulico, de menos de 5 mm de espesor, se acabará la superficie con una llana, a una elevación ligeramente sobre la elevación de la planta. Después del fraguado del concreto hidráulico, se esmerilará o pulirá la superficie, según sea necesario, para obtener un soporte total y parejo.

Cuando se requiera colocar un apoyo acolchado elastomérico se debe usar mortero en proporción de una parte de cemento y 1,5 partes de arena limpia. Se mezclarán completamente la arena y el cemento antes de agregar el agua. Se mezclará solo el mortero necesario para un uso inmediato. Botar el mortero sin usar que tenga más de 45

minutos. Curar el mortero por lo menos durante 3 días y sin aplicar cargas, por lo menos durante 48 horas. La arena de mortero debe cumplir con la norma AASHTO M 45.

552.15 Curado del concreto hidráulico.

El curado se iniciará inmediatamente después de que el agua libre de la superficie se haya evaporado y el acabado esté listo. Si la superficie del concreto hidráulico empieza a secarse antes de comenzar el uso del método elegido de curado, se mantendrá húmeda la superficie de concreto hidráulico usando un rociador de neblina sin dañar la superficie.

Las superficies se mantendrán húmedas después de que los encofrados hayan sido removidos.

Las superficies superiores de las losas de los puentes se curarán usando el método de membrana líquida de cura combinado con el método de agua. Aplicar el compuesto de membrana líquida de cura inmediatamente después del acabado. La cura con agua se aplicará 4 horas después del acabado.

Se deberá curar todo el concreto hidráulico ininterrumpidamente durante por lo menos 7 días. Si se ha usado puzolana con exceso de 10% por peso de cemento, se debe curar sin interrupción por lo menos durante 10 días.

(a) Método de encofrado: En superficies con encofrados se dejarán estos en su sitio sin aflojarlos.

Mantener húmedas las superficies expuestas, o usar una membrana de cura aplicando un compuesto claro adecuado (Tipo 1 o tipo 1-D) durante el resto del período de cura.

(b) Método con agua: Se mantendrá la superficie de concreto hidráulico continuamente mojada, empozándola, rociándola o cubriéndola con algún material adecuado. Este material puede ser una tela de algodón, o algún otro que sea aprobado y que no destiña o dañe el concreto hidráulico.

Se deberá cubrir el material de cobertura con una lámina impermeable que prevenga la pérdida de humedad del concreto hidráulico. Se usarán las láminas más anchas que sean prácticas. Se traslaparán las láminas adyacentes en por lo menos 150 mm y se sellarán todas las juntas con cinta a presión, goma o cualquier otro método aprobado.

Se asegurará bien todo el material de manera que el viento no lo remueva. Se deben reparar las láminas que se quiebren o dañen inmediatamente.

(c) Método de la membrana líquida de cura: No debe usarse el método de la membrana líquida en las superficies que recibirán un acabado posterior. El uso en superficies de juntas de construcción es permitido solamente si el compuesto es removido por medio de un soplador de arena, antes de vaciar el concreto hidráulico contra la junta.

Se usará una membrana líquida Tipo 2 de pigmento blanco, solamente en las superficies superiores de las losas de los puentes o en las superficies no visibles en el trabajo terminado. Usar compuestos claros de curado, Tipo 1 o 1-D en el resto de las superficies.

Se deberá mezclar las soluciones de membrana líquida de cura que contengan pigmentos antes de usarlas. Se deberá continuar agitando durante la aplicación. Se usará un equipo capaz de producir un rociado fino. Aplicar el compuesto de curación en proporción mínima de 0,25 L/m² en una o dos aplicaciones uniformes. Si la solución se usa en 2 aplicaciones, la segunda aplicación se debe realizar dentro de los 30 minutos posteriores a la primera y aplicar en ángulo recto respecto a ella.

Si la membrana se daña por la lluvia o algún otro medio durante el periodo de curado, aplicar inmediatamente una capa nueva sobre las áreas dañadas.

552.16 Acabado de superficies encofradas.

Se deberá remover, recolocar y reparar, con la aprobación de la Administración todos los hormigueros en el concreto hidráulico.

Se dará el acabado a las superficies de concreto hidráulico encofradas como sigue:

(a) Clase 1. Acabado ordinario: Aplicar a las siguientes superficies un acabado ordinario clase 1:

- (1) Bajo superficies de tramos de losa, vigas de cajón, vigas doble T, bóvedas, arcos, y losas de calzada y entre vigas maestras de la superestructura.
- (2) Dentro de superficies verticales o vigas T de superestructuras.
- (3) En superficies que van enterradas y superficies de alcantarillas sobre el suelo acabado, que no son visibles desde un trillo o sendero.

Se deberá iniciar el acabado tan pronto como los encofrados han sido removidos. Remover escamas y otras irregularidades de la superficie que están expuestas o que van a ser impermeabilizadas. Remover salientes y desalineamientos con discos o piedras de carborundo. Remover las bolsas de piedras u hormigueros localizados en el concreto hidráulico y se repararán con concreto hidráulico o mortero, de una manera aprobada.

Se limpiarán los agujeros de los anclajes o separadores de los encofrados, huecos, esquinas y bordes quebrados, así como cualquier otro defecto y se saturará el área con agua. Acabar el área con mortero que tenga menos de 1 hora de fabricado. Después de que el mortero fragüe, dar el acabado si se requiere y se continuará el curado. Nivelar las superficies expuestas con el concreto hidráulico de su alrededor.

Se deberá remover, con una herramienta adecuada, el mortero suelto de los encofrados y las juntas de expansión.

Los sellos de junta que queden expuestos se deberán dejar con bordes limpios y parejos.

Acabar las superficies de apoyo en estribos y bastiones a la elevación e inclinación especificadas. Si el acabado final de la superficie no resulta uniforme y efectivo, se aplicará el inciso "b" que sigue:

(b) Clase 2. Acabado afinado: Aplicar a las siguientes superficies un acabado liso clase 2.

- (1) Todas las superficies de superestructuras de puentes, excepto las superficies designadas para recibir un acabado clase 1 o algún otro acabado.
- (2) Todas las superficies de los estribos de los puentes, pilotes, columnas, linderos y muros de retención, sobre el terreno natural y al menos 300 mm debajo del terreno.
- (3) Todas las superficies abiertas en los arcos, columnas, y bastiones.
- (4) Todas las superficies de cruces peatonales, excepto pisos y superficies que se cubrirán con tierra.
- (5) Las superficies sobre el nivel del suelo de cabezales de alcantarillas, paredes finales, cuando son visibles desde la carretera o desde caminos peatonales.
- (6) En las superficies internas de las alcantarillas que sean visibles desde la carretera, que midan un metro o más de altura.
- (7) Todas las superficies de los barandales.

Se completará el trabajo con un acabado Clase 1 de acuerdo con el inciso “a”, mencionado anteriormente. Se saturará la superficie de concreto hidráulico con agua y se afinará la superficie frotando una piedra de carborundo. La piedra de carborundo deberá ser cubierta con mortero en la cara que se utilizará para frotar. El mortero a utilizar deberá estar compuesto de una mezcla de cemento y arena fina en las mismas proporciones del concreto hidráulico al que se le está dando el acabado. Continuar el afinado hasta que las marcas de los encofrados, proyecciones y todas las irregularidades sean removidas y se obtenga una superficie uniforme. Dejar en su lugar la pasta producida por el afinado.

Cuando se concluya otro trabajo que pueda afectar la superficie, se afinará con una piedra fina de carborundo y agua, hasta que la superficie completa tenga una textura lisa y un color uniforme. Después de que la superficie se ha secado, restregar con un trapo o esponja para remover el polvo suelto. Se dejará libre de todos los remiendos, pasta, polvo y cualquier marca que sea objetable.

Clase 3. Acabado con herramientas: Se dejará que el concreto hidráulico fragüe por lo menos durante 14 días para evitar que partículas del agregado salgan a la superficie. Se usarán herramientas de aire como martellina, picos u otros. Se picará la superficie de mortero y se quebrarán las partículas del agregado para dejar expuestos grupos de partículas de agregado en la matriz del mortero.

- (c) Clase 4. Acabado con chorro de arena: Se dejará que el concreto hidráulico fragüe por lo menos durante 14 días. Se protegerán las superficies adyacentes, que recibirán este acabado. Se aplicará el chorro de arena, con arena dura y filosa para producir una superficie de grano fino en la cual el mortero es desprendido o barrido y deja el agregado expuesto.

(e) Clase 5. Acabado rayado con cepillo de acero: Se iniciará tan pronto como los encofrados hayan sido removidos. Se raspará la superficie con cepillos de fibra o cerdas de acero usando una solución de ácido muriático.

Mezclar la solución en una proporción de 1 parte de ácido por 4 partes de agua. Se raspará hasta que la capa del cemento de la superficie sea removida completamente y las partículas del agregado queden expuestas.

Se dejará una textura pareja de piedrecillas que den la apariencia de granito fino a conglomerados gruesos, dependiendo del tamaño y graduación del agregado. Se lavará la superficie completamente con agua que contenga una cantidad pequeña de amoníaco.

(f) Clase 6. Acabado con color: Preparar suficientes tableros de 0,5 por 1,0 metros con muestras de concreto hidráulico de color, para obtener el color aceptado por la Administración. Se protegerá el tablero de color aprobado permanentemente durante el trabajo. Se dará el color de la muestra aprobada a todas las superficies designadas.

Se completará un acabado de Clase 1 de acuerdo el inciso “a”, mencionado anteriormente. No se debe aplicar el acabado del color hasta que todo el concreto hidráulico de la estructura se haya colado. Se removerá todo el polvo, materia extraña, aceite, grasa y compuestos de curado con una solución de 5 % de fosfato trisódico y luego se enjuagará la superficie de concreto hidráulico con agua limpia.

Usar papel, tela o cualquier otro medio para proteger las superficies que no recibirán un acabado de color.

Se deberá aplicar el acabado a la superficie de concreto hidráulico seca cuando la temperatura de la superficie sea de 4 °C o mayor, y se prevea que la temperatura del aire en la sombra sea de 4°C o mayor durante las 24 horas siguientes a la aplicación.

Aplicar el acabado de color de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Rociar y aplicar con brocha o rodillo la primera capa de un sellador penetrante y la base del color. Se rociará y aplicará con brocha o con rodillo la capa final después de que la primera capa se haya secado completamente. Se aplicará un acabado para dar un color uniforme y permanente, libre de chorrearse o desparramarse sobre la superficie.

Limpiar las áreas de concreto hidráulico que no serán cubiertas con el acabado, usando un método aprobado.

552.17 Accesorios de anclaje.

Se deberá usar compuestos químicos, lechadas o dispositivos de anclaje para concreto hidráulico colado en sitio con el fin de fijar dispositivos o accesorios al concreto hidráulico.

Someter los siguientes renglones a aprobación del Ingeniero:

- Muestra de accesorios de anclaje al concreto hidráulico.
- Instrucciones del fabricante para su instalación.
- Certificaciones o información sobre el material.

Todas las partes metálicas de los dispositivos de anclaje serán hechas de acero inoxidable o de acero protegido con una capa metálica resistente a la corrosión que no reaccione químicamente con el concreto hidráulico. Se suplirán todos los dispositivos de anclaje completos con todos sus accesorios metálicos.

Para anclajes químicos o con lechadas, efectuar una prueba del sistema de anclaje que no quede incorporado en la obra. Efectuar una prueba de carga estática de acuerdo con ASTM E-488. Demostrar que los accesorios de anclaje cumplen con una prueba de carga de

tensión directa, no menor que los valores indicados en Tabla 552-5 por un período de por lo menos 48 horas con un movimiento que no exceda de 1 mm. También demostrar que cuando se carga hasta la ruptura, el accesorio de anclaje demuestra una falla dúctil del acero y no del compuesto químico o del mortero o el concreto hidráulico.

Instalar en el concreto hidráulico los dispositivos de anclaje recomendados por el fabricante, de manera que los elementos o el equipo fijado se mantengan firmes en el concreto hidráulico. Se aplicarán las tuercas con los valores de momento torsional especificados en la Tabla 552-5, a no ser que se den otras instrucciones específicas por el fabricante. Se colocarán los pernos de anclaje de los soportes, de acuerdo con los requisitos de la Sección 564 Accesorios de Apoyo.

Tabla 552-5
Valores del ensayo de carga sostenida

Accesorio de anclaje tamaño perno	Prueba de carga de tensión (kN)
M 20	24,0
M 12	18,3
M 12	12,7
M 8	7,1

En presencia de la Administración, realizar una prueba de carga a una muestra tomada al azar en, por lo menos 10% de los anclajes a un 90% del esfuerzo de fluencia del acero. Si alguno de los anclajes falla, se rehará el anclaje fallado y se volverá a probar la carga en el 100 % de los anclajes restantes. La prueba de carga puede ser efectuada aplicando un momento torsional contra una arandela indicadora de carga, aplicando una carga de tensión directa al anclaje o mediante cualquier otro método aprobado por la Administración.

Después de realizar pruebas de carga, se aflojará la carga en el anclaje y se ajustarán hasta alcanzar la carga especificada en la Tabla 552-6 o de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Tabla 552-6
Momento torsional para dispositivos de anclaje

Accesorio de anclaje tamaño perno	Momento-torsional (N-m)
M 20	180
M 16	130
M 12	80
M 8	30

552.18 Cargas en estructuras nuevas de concreto hidráulico.

No se debe aplicar ninguna carga en pilares o bastiones hasta que las pruebas en concreto hidráulico en cilindros vaciados del mismo concreto hidráulico y curado bajo las mismas condiciones de los elementos de subestructura, indiquen que el concreto hidráulico ha alcanzado por lo menos el 80% del esfuerzo mínimo a la compresión especificada a los 28 días. Esta restricción no se aplica a la colocación de los elementos superiores de subestructuras coladas por etapas.

No se permitirá circular vehículos o equipo de construcción en ningún tramo hasta que el concreto hidráulico de la superestructura completa haya alcanzado su esfuerzo a la compresión de diseño y haya estado colado por lo menos por 21 días.

Para estructuras de concreto hidráulico post-tensado no se permitirán vehículos de más de 2000 kilogramos en ningún tramo hasta que el acero de preesfuerzo para ese tramo haya sido tensado, inyectado de mortero y curado. El mortero debe haber obtenido un esfuerzo de 21 MPa y los tirantes deben estar bien ajustados.

Vehículos que pesen menos de 2000 kg pueden transitar en los tramos en que el diseño de andamiaje haya previsto ese peso.

552.19 Aceptación.

El concreto hidráulico será evaluado conforme a lo establecido en las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.03 Certificación (Ver Tabla 552-1 (a) y (b) para las resistencias). Debe proveerse un certificado de producción para el cemento.

El revenimiento de la mezcla de concreto hidráulico, el contenido de aire, el peso unitario y la temperatura deben ser evaluadas conforme a lo establecido en las Subsecciones 107.02 Inspección visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

El esfuerzo de compresión del concreto hidráulico será evaluado conforme a lo establecido en la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo). El resultado de una prueba de esfuerzo a la compresión, es el promedio de tres cilindros moldeados con una muestra de una misma batida y fallados a los 28 días o según disponga la Administración.

Se removerá y reemplazará el concreto hidráulico cuyos cilindros de falla registren menos del 90% del esfuerzo a la compresión mínima requerida a los 28 días (f_c') y provengan de una ubicación tal que cause un efecto perjudicial e intolerable en la estructura y que será determinada por el profesional competente, mediante un análisis de esfuerzos y deformaciones que permita identificar los puntos críticos.

La construcción (incluyendo bache, colocación, acabado y curado) de las estructuras de concreto hidráulico será evaluada conforme a lo establecido en las Subsecciones 107.02 Inspección Visual y 107.04 Conformidad determinada o ensayada.

Los andamios y formaletas serán evaluados conforme a lo establecido en la Sección 562 Obras Temporales.

552.20 Medición.

Se deberá medir el concreto hidráulico estructural y sellos de concreto hidráulico por metro cúbico (m³) en la estructura.

552.21 Pago.

Las cantidades aceptadas y medidas como se indica anteriormente, serán pagadas al precio de contrato por metro cúbico, para los renglones de pago descritos más adelante, indicados en la licitación, excepto que el precio del concreto hidráulico estructural, será ajustado de acuerdo con la Subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago.

El pago será una compensación total del trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 110.05 Alcance del pago).

El pago del concreto hidráulico estructural será determinado por el precio unitario por metro cúbico establecido en el Contrato multiplicado por el factor de pago que resulte del esfuerzo a la compresión calculado de acuerdo a la subsección 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago.

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.552.01 Concreto hidráulico estructural clase A (25 MPa)	Metro cúbico (m ³)
CR.552.02 Concreto hidráulico estructural clase B (28MPa)	Metro cúbico (m ³)
CR.552.03 Concreto hidráulico estructural clase C (14 MPa)	Metro cúbico (m ³)
CR.552.04 Concreto hidráulico estructural clase D (35 MPa)	Metro cúbico (m ³)
CR.552.05 Concreto hidráulico estructural clase X (18 MPa) MPa	Metro cúbico (m ³)
CR.552.06 Concreto hidráulico estructural clase S (28 MPa)	Metro cúbico (m ³)
CR.552.07 Concreto hidráulico estructural para clase C (14 MPa)	Metro cúbico (m ³)
CR.552.08 Concreto hidráulico estructural para puentes clase A (28 MPa)	Metro cúbico (m ³)
CR.552.09 Concreto hidráulico estructural para puentes clase B (17 MPa)	Metro cúbico (m ³)
CR.552.10 Concreto hidráulico estructural para puentes clase C (28 MPa)	Metro cúbico (m ³)
CR.552.11 Concreto hidráulico estructural para puentes clase P (___ MPa)	Metro cúbico (m ³)

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.552.12 Concreto hidráulico estructural para puentes clase S	Metro cúbico (m ³)
CR.552.13 Concreto hidráulico estructural liviano para puentes (___ MPa)	Metro cúbico (m ³)

552.22 Requisitos mínimos para muestreo y ensayo

A continuación se presenta las Tablas 552-7, 552-8 y 552-9, que representan los requisitos mínimos para aceptación, sin embargo el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto, queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este Plan de autocontrol de calidad del Contratista, debe contar con el aval de la Administración de cada proyecto.

Para efectos del Plan de Verificación, la Administración establecerá el tipo de ensayos y las frecuencias de las Tablas 552-7, 552-8 y 552-9, que permitan aplicar las Subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Tabla 552-7

Requisitos de muestreo y ensayo del agregado fino para el concreto hidráulico

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Propiedades o Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencias de ensayos	Punto de muestreo	Tiempo de reporte
Agregados finos para concreto hidráulico	INTE 06-01-02 Estadística (107.05)	Graduación		INTE 06-02-09	1 Ensayo cada 100 m³ mínimo 5 muestras por mes	En apilamiento en el quebrador o en la planta	16 Horas
		9,5 mm	I				
		4,75 mm	I				
		2,36 mm	I				
		1,18 mm	I				
		600 µm	I				
		300 µm	I				
		150 µm	I				
		Otros tamices especificados	II				
		Material pasando malla de 75 µm	I	INTE 06-02-12			
	INTE 06-01-02 Medición y ensayo de aprobación (107.4)	Módulo de finura	-	2,3 a 3,1	1 ensayo cada 15 días	En apilamiento en el quebrador o en la planta	16 Horas
		Sanidad	-	INTE-06-02-24 10% máximo de pérdida en SO ₄ Na ₂			9 días
		Equivalente de arena	-	AASHTO T-176 75% mínimo			30 horas
		Impurezas orgánicas	-	INTE-06-02-22 más claro que el color patrón. Si no cumple usar INTE 06-02-23			
		Terrones de arcilla y partículas	-	INTE-06-02-28 3% máximo			
		Carbón y lignito 1% máximo	-	INTE 06-02-26 1% máximo			3 días

Tabla 552-8

Requisitos de muestreo y ensayo del agregado grueso para el concreto hidráulico

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Propiedades o Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuen- cias de ensayos	Punto de muestreo	Tiempo de reporte
Agregados gruesos para concreto hidráulico	INTE 06-01-02 Estadística (107.05)	Graduación		INTE 06-02-09	1 Ensayo cada100 m³ mínimo 5 muestras por mes	En apilamiento en el quebrador o en la planta	16 Horas
		38 mm	I				
		25 mm	I				
		19 mm	I				
		12,5 mm	I				
		9,5 mm	I				
		4,75 mm	I				
		2,36 mm	I				
		Otros tamices especificados	II				
		Material pasando malla de 75 µm	I	INTE 06-02-12 1% máximo sino tiene arcilla aumentar a 1,5	1 ensayo cada 15 días		16 Horas
	INTE 06-01-02 Medición y ensayo de aprobación (107.4)	Módulo de finura	-	2,3 a 3,1			16 Horas
		Abrasión	-	INTE 06-02-27 40% máximo			2 días
		Sanidad	-	INTE-06-02-24 12% máximo de pérdida en SO ₄ Na ₂			9 días
		Terrones de arcilla y partículas	-	INTE-06-02-28 3% en losas de puente y pavimentos 5% en otros concreto hidráulicos			30 horas
		Carbón y lignito 1% máximo	-	INTE 06-02-26 3% máximo	3 días		

Tabla 552-9
Requisitos de muestreo y ensayo para el concreto hidráulico

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Propiedades o Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencias de ensayos	Punto de muestreo	Tiempo de reporte
Concreto hidráulico	INTE 06-01-01 Estadística (107.04)	Revenimiento	-	INTE 06-02-03	1 Ensayo por carga	Descarga en sitio de colocación	10 minutos
		Contenido de aire	-	INTE 06-02-04 INTE 06-02-38	1 Ensayo por carga		2 Horas
		Peso Unitario	-	INTE 06-02-37	1 Ensayo por carga cuando se solicite		2 Horas
		Temperatura	-	INTE 06-02-06	1 batida		5 minutos
	INTE 06-01-01 Estadística (107.05)	Fabricar y falla especímenes para ensayo a la compresión	I	INTE 06-01-07 INTE 06-02-01	1 por cada 20 m³ pero no menos de 1 ensayo por día por resistencia		28 días

SECCIÓN 554 ACERO DE REFUERZO

554.01 Descripción

Este trabajo consistirá en el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblado y colocación de las varillas de acero dentro de las diferentes estructuras de concreto hidráulico, en conformidad con los detalles indicados en los planos, estas especificaciones y las instrucciones de la Administración.

554.02 Materiales

El acero de refuerzo deberá cumplir con lo especificado en la Subsección 709.01(a) y 709.01 (b) Acero de refuerzo. El alambre de amarre a utilizar deberá ser alambre negro recocido.

554.03 Equipo

El Contratista deberá suministrar el equipo necesario para el corte y doblado de las varillas de acero de refuerzo. Cuando sea autorizado por la Administración el empleo de soldadura, el Contratista deberá también disponer del equipo apropiado para esa labor y aprobar soldadores calificados para realizar los trabajos.

Para fijar correctamente el acero de refuerzo en su posición, se requerirá herramientas menores y otros elementos deberán ser también suministrados por el Contratista.

Requerimientos para la construcción

554.04 Suministro y almacenamiento

Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, deberá estar identificado con etiquetas en las cuales se indique: el fabricante, el grado del acero y el lote correspondiente.

Previo al almacenamiento del acero y posterior incorporación a la obra, el Contratista deberá presentar a la Administración los respectivos certificados de calidad del fabricante, los cuales deberán contar con el aval, tanto del Consultor de Calidad del Contratista como de la Administración.

El acero deberá almacenarse en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido contra daños y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

554.05 Planos y listas de corte y doblado

Antes de cortar el acero en los tamaños indicados en los planos, el Contratista deberá verificar las listas del tamaño de las varillas y sus diagramas de doblado. Si los planos no muestran estas listas y diagramas de doblado, el Contratista deberá prepararlos y someterlos a la aprobación de la Administración. La aprobación por parte de la Administración no exime de responsabilidad al Contratista por la exactitud de estas listas y diagramas. En este caso, el Contratista deberá contemplar, en los precios de su oferta, el costo de la elaboración de las listas y diagramas mencionados.

Si el Contratista desea relocalizar una junta de construcción mostrada en planos, en alguna otra parte de la estructura, deberá revisar por su cuenta los planos y listas de corte que correspondan a la junta propuesta, y someter las modificaciones respectivas para que sea aprobado por la Administración, por lo menos 15 días antes de la fecha prevista para el corte y doblaje del refuerzo de esa parte de la obra. Si por cualquier razón el Contratista omite este requisito, la junta y el refuerzo correspondiente deberán dejarse sin modificación, tal y como se muestra en los planos.

554.06 Doblado

Las varillas de refuerzo se deberán fabricar de acuerdo con ACI SP 66 y se doblarán en frío todas las varillas que así lo requieran. Se limitará la tolerancia de dobladura de las varillas de cubiertas o losas armadas a no más de 6 mm. Las varillas de acero no se deben doblar una vez que están parcialmente empotradas en el concreto hidráulico, excepto cuando se muestre así en los planos o sea permitido por la Administración.

Cuando las dimensiones de los ganchos o los diámetros de doblado no se muestren en los planos, se proporcionarán ganchos estándar de conformidad con ACI SP 66.

554.07 Acero de refuerzo con recubrimiento epóxico

Las varillas se levantarán con soportes múltiples o con una plataforma. Se evitará la abrasión producida entre varillas y se deberá evitar que los paquetes de varillas sean arrastrados o dejados caer.

Antes de la colocación se inspeccionarán las varillas recubiertas para localizar cualquier daño al recubrimiento. Se repararán todos los defectos en el recubrimiento, perceptibles al ojo, con un material de reparación precalificado de acuerdo con la norma AASHTO M 28M. Se limpiarán las áreas que van a ser reparadas, removiendo toda la contaminación de la superficie y el recubrimiento dañado. Se raspará el área por reparar antes de aplicar el material de reparación. Cuando haya herrumbre se debe remover por medio de limpieza a chorro o con una herramienta de poder. Se limpiarán las varillas inmediatamente antes de aplicar el material de reparación.

Se deberán reparar rápidamente las varillas con resina antes de que ocurra una oxidación perjudicial, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de la resina. Se traslapará en 50 milímetros el material de remiendo sobre el revestimiento original, o como lo recomiende el fabricante. Se proveerá un espesor mínimo de 200 micrómetros de recubrimiento en las áreas reparadas.

Deben tomarse las medidas necesarias para minimizar el daño en el recubrimiento de las varillas instaladas. Se debe limpiar y reparar cualquier daño en el recubrimiento advertido después de la instalación, en la forma descrita anteriormente.

No se permitirán reparaciones en el campo a varillas con daños severos en el recubrimiento, las cuales deberán ser cambiadas con piezas nuevas. Un recubrimiento con daño severo se define como un recubrimiento con un área total dañada de 0,5 metros de longitud de varilla que excede al 5 % del área superficial de la porción de la varilla. Se recubrirán los empalmes mecánicos después de su instalación de acuerdo con la norma AASHTO M 284 M, si presenta daños en el recubrimiento epóxico.

554.08 Colocación y fijación del acero de refuerzo

Al ser colocado en su posición final y antes de colar el concreto hidráulico, todo el acero de refuerzo deberá estar libre de polvo, escamas, rebabas, pintura, aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar la adherencia. Todo el mortero seco adherido deberá ser removido del acero de refuerzo.

Las varillas deberán colocarse con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán asegurarse firmemente, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto hidráulico. Se soportarán las varillas en bloques de concreto hidráulico prefabricados, o en soportes metálicos, de acuerdo al “Manual de práctica estándar del Instituto de Concreto hidráulico Reforzado”. Se fijarán los bloques de concreto hidráulico de soporte con alambres ubicados en el centro de cada bloque. Se usarán soportes de metal en contacto con las superficies de concreto hidráulico expuesto, Clase 1 (protector de plástico) o Clase 2, tipo B (protector de acero inoxidable). Se usará acero inoxidable de acuerdo con la norma ASTM A-493, Tipo 430.

Se revestirán con un material dieléctrico los asientos, alambres de amarre y otros elementos usados para soporte para dar posición o sujetar el acero de refuerzo con recubrimiento epóxico. No se usarán soportes plásticos.

Los soportes para las varillas de refuerzo en las losas no deben espaciarse a más de 1,2 m entre ellos, ya sea transversal o longitudinalmente. Los soportes para varillas de refuerzo no se usarán directa o indirectamente para sostener pasarelas para carretillas, o cargas de construcción similares. Las plataformas para soportar trabajadores y equipos durante la colocación del concreto serán soportadas directamente en el encofrado y no en el acero de refuerzo.

Las varillas de refuerzo paralelas se espaciarán con una tolerancia de 38 mm con respecto al lugar requerido en planos. No se permite acumular las variaciones en el espaciamiento de varillas paralelas. El promedio de dos espaciamientos adyacentes no deberá exceder el espaciamiento requerido en planos.

Se dejarán 50 mm libre de recubrimiento para todo el refuerzo, excepto si se especifica de otra manera en planos. Se colocará el acero de refuerzo de losas manteniendo la distancia vertical establecida en planos entre el acero de refuerzo y la superficie encofrada o la superficie superior de la losa con una tolerancia de 6 mm. Se revisará el recubrimiento sobre el acero de refuerzo de losas usando una plantilla, antes de colar el concreto y se reemplazarán los soportes dañados.

No se colará el concreto en ningún elemento estructural hasta que la colocación del acero de refuerzo haya sido aprobada.

Las canastas o silletas de metal que entren en contacto con la superficie exterior del concreto hidráulico deberán ser galvanizadas. No se permitirá el uso de piedras, fragmentos de ladrillos, tubería de metal o tacos de madera.

Las varillas de las losas se deberán amarrar con alambre negro recocido en todas las intersecciones, excepto cuando el espaciamiento entre varillas sea menor a 300 mm en ambas direcciones, en cuyo caso se deberán amarrar alternando las intersecciones. El alambre usado para el amarre deberá tener un diámetro de 1,5 mm a 2 mm o su calibre equivalente. No se permitirá soldar las intersecciones de las varillas de refuerzo.

Las varillas deberán quedar colocadas de tal manera, que la distancia libre entre varillas paralelas colocadas en una fila, no sea menor de tres veces el diámetro nominal de la varilla, ni menor de cuatro tercios ($4/3$) del tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Cuando se coloquen dos o más filas de varillas, la fila superior deberá colocarse directamente encima de la fila inferior, y la separación libre entre filas no deberá ser menor de veinticinco mm (25 mm).

Además, se deberán mantener los recubrimientos mínimos especificados en los planos; antes de colar el concreto hidráulico de las losas, debe revisarse el recubrimiento de las varillas superiores con los codales que se usarán en el colado de las losas.

La Administración deberá revisar y aprobar la armadura de refuerzo de todas las estructuras, antes que el Contratista inicie el colado del concreto hidráulico.

554.09 Empalmes y uniones

Los empalmes de las varillas de refuerzo se ajustarán a lo indicado en los planos, y se realizarán en los sitios mostrados en éstos o donde lo indique la Administración; no

deberán ser localizados en las juntas de construcción del concreto hidráulico. El Contratista podrá introducir empalmes y uniones adicionales en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando esas modificaciones sean autorizadas por la Administración y el costo del refuerzo adicional requerido será asumido por el Contratista. Los empalmes y uniones en varillas adyacentes deberán hacerse alternados.

En los empalmes, las varillas deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarradas firmemente con alambre negro recocido, de tal manera que mantengan la alineación y su espaciamiento dentro de las distancias mínimas de recubrimiento especificadas, en relación con las demás varillas y superficies de concreto hidráulico.

El Contratista podrá reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla con las normas de la American Welding Society, AWS D 1.4. En este caso, las soldaduras y los procedimientos deberán ser aprobados previamente la Administración, y deben realizarse pruebas de elementos soldados por el laboratorio de control de calidad del Contratista.

No se permitirá soldadura en varillas cuya composición química exceda los siguientes porcentajes:

- a) Carbón 0,30
- b) Manganeso 1,5
- c) Equivalente de carbón 0,55

Se pueden usar acoples mecánicos en lugar de soldaduras, si así es aprobado por la Administración, con resistencia de por lo menos 125 % del esfuerzo de fluencia requerido para el acero de refuerzo.

Si la malla electrosoldada es transportada en rollos, se enderezarán los rollos dejando la malla plana antes de su colocación. Se empalmarán las láminas de malla o varillas de refuerzo de rejilla, traslapando no menos del ancho de la abertura de la malla más 50 mm. Se deben fijar muy bien los extremos y las orillas amarrándolas con alambre negro recocido a los elementos existentes previamente construidos que puedan servir de apoyo y referencia.

El costo de este reemplazo de empalme y las pruebas de revisión del trabajo correrá por cuenta del Contratista.

554.10 Sustitución del acero de refuerzo

La sustitución de las diferentes secciones de refuerzo sólo se podrá efectuar con autorización escrita de la Administración, previa justificación técnica de la variación. En tal caso, el acero sustitutivo deberá tener un área y un perímetro equivalentes o mayores que el área y el perímetro de las varillas mostradas en los planos.

554.11 Lista de pedido

En las listas de pedido del acero de refuerzo se deben usar las mismas marcas para etiquetar que las mostradas en los planos. La Administración debe aprobar todas las listas de pedido y diagramas de dobladuras. La aprobación de las listas y diagrama no exoneran al Contratista de su responsabilidad de la comprobación de su exactitud de las listas.

No se deben ordenar materiales hasta que las listas y diagramas sean aceptados y aprobados por la Administración.

No se debe colocar el acero de refuerzo vertical para columnas, paredes, estribos y pilas hasta que las elevaciones de las fundaciones sean establecidas en campo.

554.12 Aceptación

El suministro de acero de refuerzo será aceptado según las Subsecciones 107.02 Inspección Visual y 107.03 Certificación, del CR-2010. Adicionalmente la Administración podrá solicitar la aceptación del acero de refuerzo por medio de la sección 107.04 Conformidad determinada o ensayada si así lo considera pertinente y de conformidad con la Tabla 554-2 Requisitos de muestreo y ensayo del acero de refuerzo. Se exigirá certificado de producción para cada embarque de acero de refuerzo.

Para aceptar la colocación de acero de refuerzo se deberá cumplir con las Subsecciones 107.02 Inspección Visual del CR-2010.

554.13 Medición

La unidad de medida será el kilogramo (kg) de acero de refuerzo para estructuras de concreto hidráulico, suministrado y colocado en la obra, y aceptado por la Administración.

La medida no incluye el peso de soportes, canastas o silletas de varillas o elementos similares utilizados para mantener o fijar el refuerzo en su sitio, ni los empalmes adicionales a los indicados en los planos.

Tampoco se medirá el acero cuyo pago esté previsto en otros renglones de pago del contrato.

Si se sustituyen varillas a solicitud del Contratista y, como resultado de ello, se usará más acero del que se ha especificado, no se medirá para pago de la cantidad adicional de acero.

La medida para las varillas de acero se basará en el peso y longitudes de varillas realmente utilizados, y se usarán para ello los pesos unitarios indicados en la siguiente tabla.

Tabla 554-1
Pesos unitarios de varillas para acero de refuerzo

VARILLA N°	DIÁMETRO NOMINAL		PESO Kg/m
	MILIMETROS	(PULGADAS)	
2	06,4	($\frac{1}{4}$)	0,249
3	09,5	($\frac{3}{8}$)	0,560
4	12,7	($\frac{1}{2}$)	0,994
5	15,7	($\frac{5}{8}$)	1,552
6	19,1	($\frac{3}{4}$)	2,235
7	22,2	($\frac{7}{8}$)	3,042
8	25,4	(1)	3,973
9	28,7	(1 $\frac{1}{8}$)	4,960
10	32,3	(1 $\frac{1}{4}$)	6,403
11	35,8	(1 $\frac{3}{8}$)	7,906
14	43,0	(1 $\frac{3}{4}$)	11,384
18	57,3	(2 $\frac{1}{4}$)	20,238

554.14 Pago

Las cantidades aceptadas y medidas como se indica anteriormente, serán pagadas al precio del contrato de acuerdo con los reglones de pago que se describen.

El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta sección (**ver subsección 110.05 Alcance del pago del CR-2010**)

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.554.01 Acero de refuerzo al carbono, INTE 06-09-01 (ASTM A-615 grado 40)	Kilogramo (kg)
CR.554.02 Acero de refuerzo de baja aleación, INTE 06-09-02 (ASTM A 706M grado 60)	Kilogramo (kg)
CR.554.03 Acero de refuerzo con recubrimiento epóxico	Kilogramo (kg)

554.15 Requisitos mínimos para muestreo, ensayo y pago

A continuación se presenta la Tabla 554-2, que representa los requisitos mínimos para aceptación y pago, sin embargo el Contratista debe presentar un plan de control de calidad que se ajuste a su programa de trabajo y a las condiciones propias del proyecto,

queda a criterio de la Administración solicitar el incremento de esa frecuencia y los ensayos para efectos de aprobación del plan. Este Plan de autocontrol de calidad del Contratista debe contar con el aval de la Administración.

La Administración decidirá cuales ensayos de la Tabla 554-2 y la frecuencia con que estos se realizarán para efectos del Plan de Verificación., de tal forma que permitan aplicar las subsecciones 107.02 Inspección visual, 107.04 Conformidad determinada o ensayada o 107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo) según corresponda, para determinar el pago del trabajo en función de la calidad.

Tabla 554-2

Requisitos de muestreo y ensayo de las varillas de refuerzo

Tipo de material	Tipo de aceptación	Característica a ensayar	Norma para el ensayo	Categoría	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	Tiempo de reporte
Acero de refuerzo INTE 06-09-01 ASTM A 615M	Aceptación estadística (107.05)	Densidad por m	INTE 06-09-01	I	2 varillas por lote (5 ensayos por mes)	Acero en el proyecto	Antes de procesar el acero en obra
		Esfuerzo de tensión		I			
		Elongación		I			
		Doblamiento	INTE 06-09-05	II	1 varilla por lote		
Acero de refuerzo INTE 06-09-02 ASTM A 706M	Aceptación estadística (107.05)	Densidad por m	INTE 06-09-02	I	2 varillas por lote (5 ensayos por mes)	Acero en el proyecto	Antes de procesar el acero en obra
		Esfuerzo de tensión		I			
		Elongación		I			
		Doblamiento	INTE 06-09-05	II	2 varillas por lote		

Sección 564.) ACCESORIOS DE APOYO

564.01 Descripción

Este trabajo consiste en la proveeduría e instalación de apoyos para puentes. Los accesorios de apoyo se designan como: elastoméricos, balancines, rodillos, placas deslizantes, apoyos tipo “pot”¹, esféricos y de disco.

564.02 Material

Debe estar conforme con las siguientes subsecciones:

Almohadillas de apoyo elastoméricas	717.10
Revestimientos galvanizados	717.07
Lechada que no sufra contracción	725.22(c)

Requerimientos constructivos

564.03 Generalidades

- A. Planos. Se deben preparar y presentar los planos de los apoyos de acuerdo con la Subsección 104.03 y con la Sección 18 de las especificaciones AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges División II, Volumen II. Se deben mostrar todos los detalles de los apoyos, incluyendo los materiales propuestos para ser utilizados. Debe obtenerse la aprobación antes de iniciar la fabricación.
- B. Fabricación. Los apoyos se deben fabricar de acuerdo con la Sección 18 de las especificaciones AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges División II, Volumen II. El acabado de la superficie de los componentes de los apoyos que están en contacto con otro componente o con el concreto, pero que no están embebidos en el concreto, debe estar conforme con la Subsección 555.08 (e).
Se ensamblarán previamente los apoyos en el taller y se revisará que estos posean todas sus partes y que estas posean la geometría adecuada. Se deben galvanizar los componentes de apoyo y los pernos de anclaje de acero. No se deben galvanizar los componentes de los apoyos o los pernos de anclaje de acero inoxidable.
- C. Empaque, manipulación y almacenamiento. Antes de ser despachados por el fabricante, se debe identificar claramente cada componente de los apoyos y se debe marcar en la parte superior la localización y la

orientación en la estructura. Se colocarán pernos, se atarán o fijarán los apoyos de otra manera para evitar movimientos relativos.

Se empacarán los apoyos de forma que estén protegidos de los daños causados por el transporte, manipulación, el clima y otras amenazas. No se deben desarmar los apoyos en el sitio excepto para la inspección o instalación.

Se almacenarán todos los accesorios y componentes de los apoyos en el sitio de trabajo en un lugar que provea protección de los daños ambientales y físicos.

- D. Construcción e instalación. Se deben limpiar los apoyos de toda sustancia extraña. Los apoyos se deben instalar en las posiciones mostradas en los planos. Se colocarán los apoyos y sus componentes de acuerdo con las dimensiones mostradas en los planos o según lo establezca el fabricante. Se deben ajustar de acuerdo con las instrucciones del fabricante para compensar los movimientos según la temperatura de instalación y los movimientos futuros del puente.

Se fijará el nivel de los apoyos de los puentes en la elevación y posición exactas. Se debe proveer un apoyo completo y uniforme en todas las superficies externas de los apoyos. Si las superficies de apoyo tienen elevaciones inadecuadas, no están niveladas o si los apoyos no pueden ser colocados apropiadamente se debe notificar al Contratante y se debe entregar por escrito para la aprobación una propuesta para modificar la instalación.

Se debe asentar los apoyos metálicos, no embebidos en concreto, sobre el concreto con un relleno o material similar aprobado.

Las almohadillas elastoméricas se deben colocar directamente sobre superficies de concreto que hayan sido preparadas de forma adecuada, sin utilizar algún tipo de material de asiento.

Se deben pulir las superficies de los apoyos colocados directamente sobre el acero para proveer una superficie nivelada y plana sobre la cual colocar el apoyo.

564.04 Apoyos elastoméricos.

Estos apoyos incluyen las almohadillas no reforzadas (formadas únicamente por elastómero) y los apoyos reforzados con láminas de acero o con tejidos.

Se deben reforzar en todo el espesor los apoyos elastoméricos que tengan un espesor mayor de 15 milímetros con láminas colocadas cada 15 milímetros.

Se deben fabricar los apoyos elastoméricos de acuerdo con AASHTO M 251. Se deben utilizar materiales que cumplen con los requerimientos de tolerancia de impurezas², acabado y apariencia del manual "Rubber Handbook" publicado por

la Asociación Incorporada de fabricantes de hule³ (Rubber Manufacturer's Association Incorporated) RMA F3 y T.063 para los apoyos moldeados y RMA F2 para los apoyos extrudidos. Se debe determinar el cumplimiento con el criterio de aceptación de nivel I de AASHTO M 251.

Se debe marcar cada apoyo reforzado con tinta indeleble o con pintura flexible.

La información marcada debe incluir: el número de pedido, el número de partida, el número de identificación del apoyo, el tipo de elastómero y número de grado. A menos que se especifique de otra manera, se debe marcar en una cara que es visible después de la erección del puente. Se debe proporcionar una lista de todos los números de los apoyos.

Se deben colocar los apoyos en una superficie nivelada. Se debe corregir cualquier desalineamiento en el apoyo para obtener una superficie nivelada. No se deben soldar las vigas de acero o las placas de apoyo a las placas exteriores del apoyo a menos que existan más de 40 milímetros de acero entre la soldadura y el elastómero. No se debe exponer el elastómero o el pegamento del elastómero a temperaturas instantáneas mayores de 200°C.

564.05 Apoyos oscilantes, de rodillos y deslizantes

Cuando se requieran revestimientos de TFE se deben utilizar revestimientos conformes con la Sección 564.07.

Se deben fabricar los apoyos oscilantes, de rodillo y deslizantes de acuerdo con los detalles mostrados en los planos y a la Sección 555. La fabricación se debe llevar a cabo de acuerdo con la práctica estándar en los talleres comerciales modernos. Se removerán las rebabas, los bordes ásperos y afilados y otros defectos. Se deben aliviar los esfuerzos de los apoyos de oscilación, los rodillos y otros apoyos que son contruidos soldando secciones de placa antes de perforar, enderezar o dar un acabado maquinado (fresado).

Se deben revestir minuciosamente todas las superficies de contacto con aceite y grafito justo antes de colocar los apoyos de rodillo. Se deben instalar los apoyos de oscilación, los rodillos y los apoyos deslizantes de forma que estén verticales y a la temperatura media especificada después de la remoción de la formaleta y después de cualquier acortamiento debido a las fuerzas de preesfuerzo. Se debe tener en cuenta cualquier variación con respecto a la temperatura media del tramo soportado en el momento de la instalación y cualquier otro cambio previsto en la longitud del tramo soportado.

Se debe comprobar que la superestructura tiene un movimiento total y libre en los apoyos móviles. Se colocarán cuidadosamente los apoyos cilíndricos de manera

que sus ejes de rotación estén alineados y coincidan con los ejes de rotación de la superestructura.

564.06 Placas en mampostería, de fundación y de relleno para los apoyos.

Se deben suministrar las placas metálicas utilizadas en la mampostería, placas de asiento y de relleno de acuerdo con AASHTO M 270M, grado 250.

Se fabricará y se dará el acabado al acero de acuerdo con la Sección 555. Los agujeros en las placas de los apoyos se deben formar taladrando, con sacabocados o por medio de corte con oxígeno, con control preciso del corte. Se deben remover las rebabas mediante esmerilado.

Se deben colocar en forma precisa las placas de los apoyos en una posición nivelada como se muestra en los planos y se debe proveer un apoyo uniforme sobre la superficie de contacto del apoyo.

564.07 Superficies de Tetrafluoroetileno (TFE) para los apoyos.

Se debe proveer material de TFE que haya sido adherido en la fábrica, conectado mecánicamente o incrustado en el material base según se muestra en los planos.

Se debe adherir o sujetar mecánicamente la tela que contiene las fibras TFE a una platina rígida. Se debe utilizar una tela capaz de resistir cargas de 70 megapascuales sin fluir en frío. Se usará un adherente tela-platina capaz de resistir, sin laminarse, una fuerza cortante igual al 10 % de la carga de aplicación perpendicular o normal más cualquier otro esfuerzo cortante en el apoyo.

La aceptación debe hacerse usando los métodos y procedimientos de prueba aprobados de acuerdo con la Sección 18, Subsección 18.8.3, de las especificaciones AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges División II, Volumen II. Si el banco de prueba no permite ensayar el apoyo completo se deben fabricar apoyos adicionales y se deben preparar muestras con una capacidad para los esfuerzos normales de trabajo de por lo menos 450 kilonewtons.

Se deben determinar los coeficientes de fricción estático y dinámico cuando se inicia el movimiento del apoyo de prueba a una velocidad de deslizamiento menor de 25 milímetros por minuto. El coeficiente de fricción no debe exceder el coeficiente especificado en la Tabla 564-1 o el especificado por el fabricante.

Se debe proporcionar una lista de los números de los apoyos individuales.

Tabla 564-1
Coeficiente de fricción

Material	Presión del apoyo (megapascuales)	Coeficiente de fricción
TFE sin relleno, tela que contenga fibras TFE, o algún compuesto de TFE y metal perforado	3,5	0,08
	14	0,06
	24	0,04
TFE con relleno	3,5	0,12
	14	0,10
	24	0,08
Estructuras de bronce entrelazados y rellenas de TFE	3,5	0,10
	14	0,07
	24	0,05

564.08 Pernos de anclaje.

Se proveerán pernos de anclaje estampados o torneados conformes con ASTM A 307 o según se muestra en los planos o se especifica en el contrato.

Se pondrán los pernos de anclaje antes de la colocación del concreto o se instalarán en agujeros perforados después de la colocación del concreto. Si se instalan después de la colocación del concreto, se deben fijar los pernos en los agujeros mediante el uso de un mortero de cemento que no sufra retracción o con un adhesivo químico aprobado. Si se utiliza el mortero de cemento, se deben perforar los agujeros con un diámetro 25 milímetros mayor que el diámetro del perno. Si se utilizan adhesivos químicos, se deben seguir las recomendaciones acerca del diámetro del agujero dadas por el fabricante del adhesivo.

Se debe ajustar la ubicación de los pernos de acuerdo con la temperatura de la superestructura según se requiera. No se debe restringir el movimiento libre de la superestructura en los apoyos móviles mediante pernos de anclaje o tuercas.

564.09 Asiento de las placas de mampostería

Se colocará el relleno o tela como material de asiento debajo de las placas de mampostería si es requerido por el contrato. Se debe usar el relleno o tela especificada y se debe instalar para proveer un apoyo completo en las áreas de contacto. Se debe limpiar muy bien las superficies de contacto del concreto y del acero inmediatamente antes de colocar el material de asiento y de instalar los apoyos o placas de mampostería. Si los materiales de asiento no están

especificados, se debe cumplir con AASHTO 18.4.10 según lo indique el Contratante.

564.10 Aceptación.

Los accesorios de apoyo serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03. Se debe proveer un certificado de fabricación para cada envío de accesorios de apoyo.

La instalación de los accesorios de apoyo será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

564.11 Medición

Se deben medir para efectos de aceptación o pago, los materiales, insumos y actividades requeridos en esta Sección, de acuerdo con la Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimiento de recepción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

Los accesorios se medirán por unidades aceptadas y colocadas.

564.12 Pago

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 564 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.564.01	Accesorios de Apoyo ____	Unidad	(U)

Sección 566.) CONCRETO LANZADO

566.01 Descripción

Este trabajo se ocupa de la construcción de una o más capas de concreto lanzado sobre una superficie preparada.

La granulometría del agregado para el concreto lanzado está establecida en la Tabla 703-19. Material

566.02 Materiales.

Aditivo para aire entrapado (solamente en mezcla húmeda)	711.02
Aditivos químicos (solamente en mezcla húmeda)	711.03
Agentes colorantes del concreto	711.05
Material para curado	711.01
Cemento hidráulico	701.01
Colorantes penetrantes	708.05
Puzolanas	725.04
Acero de refuerzo	709.01
Agregado para el concreto lanzado	703.18
Agua	725.01(a)

Requisitos para la Construcción

566.03 Composición (Diseño de mezcla para el concreto lanzado).

Diseñar y producir mezclas para el concreto lanzado de conformidad con la Tabla 566-1. Las mezclas de concreto lanzado deberán estar conformes con las especificaciones ACI siguientes:

- ACI 506R Guía para el concreto lanzado;
- ACI 506.1 Reporte del estado del arte en concreto lanzado reforzado con fibra;
- ACI 506.2 Especificaciones para la proporción y aplicación de concreto lanzado.

Verificar el diseño de la mezcla con mezclas de ensayo preparadas con agregados de la misma fuente propuesta. Someter lo siguiente para aceptación al menos 36 días antes de colocar el concreto lanzado.

- a) Diseño propuesto para el concreto lanzado con las proporciones de la mezcla. Incluir la dosificación y el tipo de cualquier aditivo con el diseño de mezcla propuesto.

Tabla 566-1
Composición del Concreto Lanzado

Tipo de procedimiento del concreto lanzado	Contenido Mínimo de Cemento (kg/m ³)	Máxima relación A/C	Rango Del Aire Entrapado %	Resistencia Mínima a 28 días (MPa)
Húmedo	325	0,55	NA	28
Seco	325	0,50	NA	28
Húmedo (AE)	325	0,45	5 mín.	28
Seco (AE)	325	0,45	5 mín.	28

- b) Muestras representativas del material para el concreto lanzado, si son pedidas por el Contratante. Resultados de los ensayos al concreto lanzado previos a la construcción.
- c) Método propuesto para la aplicación del concreto lanzado.
- d) Cualquier otra información necesaria para verificar el cumplimiento con ACI 506.2.
- e) Certificaciones de los materiales para el concreto lanzado.
- f) Muestras de la fibra, si va a ser usada.
- g) Descripción del equipo propuesto para el mezclado y la aplicación del concreto lanzado. Incluir las instrucciones del fabricante, recomendaciones, literatura, desempeño y datos de ensayos. En adición, para comprobar que el equipo cumple con los requisitos de ACI 506, suministrar lo siguiente:
 - 1) Sistema de suministro de agua. Para mezcla seca, suministrar un sitio de trabajo con un tanque de almacenamiento de agua. Proveer una bomba de desplazamiento con una válvula reguladora que sea controlada con precisión para suministrar agua a la presión y cantidad requeridas.
 - 2) Mezclado. Usar equipo capaz de manejar y aplicar el concreto lanzado conteniendo el máximo tamaño de agregado y los aditivos especificados. Suministrar una manguera de aire y una boquilla para soplado a efecto de quitar el polvo y limpiar durante la aplicación del concreto lanzado.
- h) Calificación. Demostrar satisfactoriamente haber realizado completos por lo menos tres (3) proyectos comparables. Proveer un capataz con experiencia en construcción con concreto lanzado por lo menos en cinco (5) proyectos comparables. Con al menos 30 días de anticipación al inicio del trabajo con concreto lanzado, comunicar los nombres del capataz y del operador de la boquilla asignados al proyecto y remitir para aprobación un resumen de la experiencia individual de cada uno de ellos.

566.04 Aditivos Estabilizantes de la Hidratación.

Cuando se usen aditivos estabilizantes de la hidratación para extender el tiempo de entrega permisible para el concreto lanzado, incluir los aditivos al momento de diseñar la mezcla. La dosis base es el tiempo requerido para retrasar el fraguado inicial del concreto lanzado, incluyendo el tiempo de entrega y el de descarga en la obra. Incluir el tiempo límite de descarga de diseño en la dosificación sometida a aprobación. El tiempo máximo permisible de descarga es de 3,5 horas.

Usar en el sitio de descarga un activador de hidratación, compatible y aprobado, para asegurar la colocación y ensayo propios de la mezcla.

Determinar la dosis requerida para estabilizar el concreto lanzado, usando el material empleado en la obra y mezclas de prueba en el campo. El aditivo para extender la fragua inicial deberá controlar la hidratación de todos los minerales del cemento y de la cal.

Cuando sea requerido, el fabricante de la mezcla deberá proveer los servicios de una persona calificada para asistir en el establecimiento de la dosis apropiada de aditivo para extender el tiempo de fragua y dosificar los ajustes requeridos para satisfacer los cambios en la obra debidos a las condiciones del sitio.

566.05 Ensayos previos a la construcción.

Llevar a cabo pruebas de campo del concreto lanzado previo a la construcción, antes de comenzar la producción de este material.

- a) Pruebas de campo. Construir con tableros de madera formaletas para prueba de 600 mm por 600 mm por 150 mm. Poner a cada uno de los operadores de las boquillas propuestos a producir un panel de concreto lanzado en dos formaletas de madera verticales. Curar estos paneles de prueba de acuerdo con AASHTO T 23, excepto que no se sumergirán en agua.
- b) Núcleos. Tomar seis núcleos de 75 milímetros de diámetro de cada uno de los paneles de prueba de acuerdo a AASHTO T 24. Acondicione (recorte) los extremos de los núcleos de acuerdo con AASHTO T 24 para hacerlos al menos de 75 milímetros de largo.
- c) Ensayos de resistencia a la compresión. Poner en remojo en agua los núcleos por 40 horas inmediatamente antes del ensayo. Pruebe tres núcleos de cada panel de ensayo cuatro días después de la prueba de campo y ensaye los tres núcleos remanentes 28 días después de la misma. Realizar los ensayos de acuerdo con AASHTO T 23.
- d) Aceptación de la mezcla de diseño. Someter los datos de los ensayos y la descripción visual de cada uno de los núcleos al Contratante para su aprobación. Incluir detalles concernientes a la presencia de vacíos, bolsas de arena, laminación, y otras deficiencias. La aceptación, del operador de

la boquilla lanzadora y del diseño de mezcla, estará basada en las pruebas de campo realizadas antes de iniciar la construcción y en el resultado de los ensayos. La calidad visual de los núcleos no deberá ser menor que el grado 2, de acuerdo con los requerimientos de calificación de concreto lanzado establecida en ACI 506.2.

Presentar los reportes de campo de control de calidad dentro de los dos días laborables luego de realizados los ensayos. Incluir en los reportes la siguiente información:

- Identificación de la muestra incluyendo el diseño de mezcla, el número de ensayo y su ubicación en el panel de prueba.
- Fecha y hora de preparación de la muestra, incluyendo condiciones de curado y dimensiones de la muestra.
- Fecha, hora y tipo de ensayo.
- Resultados completos del ensayo, incluyendo datos de carga y deformación durante el mismo, croquis de la muestra antes y después del ensayo y cualquier incidencia inusual observada.
- Nombre y firma de la persona que realice el ensayo.
- Ubicación del acero de refuerzo, si se usó, cubierto por el concreto lanzado.
- Nombre del operador de la boquilla de aplicación.

566.06 Construcción con concreto lanzado.

Aplicar el concreto lanzado de acuerdo con ACI 506R y lo siguiente:

- a) Preparación de la superficie. Remover el compuesto de curado en el concreto lanzado previamente, colocado en las superficies a tratar, mediante chorros de arena a presión (sandblasteado). Instalar medidores de profundidad aprobados para indicar el espesor de las capas de concreto lanzado. Instalar estos medidores de profundidad en cuadros de 2 metros, longitudinal y transversalmente, con no menos de dos medidores por incremento del área superficial que va a recibir el concreto lanzado. Humedecer todas las superficies.
- b) Temperatura y condiciones del clima. Mantener la temperatura de la mezcla de concreto entre 10 °C y 30 °C. Colocar el concreto lanzado cuando la temperatura de la superficie y del ambiente es al menos de 5 °C y está en alza. No llevar a cabo operaciones de concreto lanzado durante viento fuerte y lluvia severa.
- c) Aplicación del concreto lanzado. Usar el mismo operario de la boquilla de aplicación que haya producido paneles de prueba aceptables.
 - 1) Aplicar el concreto lanzado dentro de los 45 minutos de añadir el cemento a la mezcla.
 - 2) Limitar el espesor de la capa de cada aplicación de concreto lanzado a 50 milímetros. Aplicaciones más gruesas pueden ser aprobadas si el Contratista puede demostrar que no ocurren desprendimientos o escurrimientos. Si es requerido espesor adicional, escobillar o escarificar

la superficie aplicada y permitir que la capa endurezca. Mojar la superficie antes de aplicar una capa adicional.

- 3) Remover lechadas, material suelto y excesos. Remueva prontamente cualquier exceso del área de trabajo.
- 4) Reduzca el espesor de la mezcla en las juntas de construcción hasta lograr un borde fino en una longitud de al menos 300 mm. Moje la superficie de la junta antes de colocar concreto lanzado adicional en la junta. No use juntas de construcción cuadradas.
- 5) Acabar el concreto lanzado según sea especificado.

566.07 Curado del concreto lanzado.

Curar la superficie de acuerdo con la Subsección 552.15. Para superficies de concreto lanzado intermedias o si se requiere una superficie final con acabada o coloreado, curar el concreto lanzado de acuerdo con la Subsección 552.15 (b). Si no se requiere una superficie acabada o coloreada, aplicar un compuesto de curado en la superficie final expuesta del concreto lanzado, de acuerdo con la Subsección 552.15(c). Mantener el concreto lanzado a una temperatura sobre 5 °C hasta que el concreto lanzado haya alcanzado una resistencia a la compresión no menor a 5,2 megapascals.

566.08 Reporte de Producción.

Preparar y remitir en cada turno de trabajo, dentro de las 24 horas de la producción y aplicación de concreto lanzado, un informe escrito. Incluir la siguiente información en el informe.

- a) Cantidad y ubicación del concreto lanzado aplicado, incluyendo croquis de las áreas donde fue colocado el material.
- b) Observaciones de sucesos o problemas de operación en el equipo, aplicación, condición final del producto y cualquier otro hecho relevante ocurrido durante la producción y aplicación.
- c) Número de tandas, si es aplicable.
- d) Nombre del operador de la boquilla de aplicación.
- e) Nombre y firma de la persona que hace el informe.

566.09 Aceptación.

Se verificarán los espesores mediante la colocación de pines, cuya longitud sobre la superficie corresponda con el espesor de la capa de concreto lanzado indicado en los planos y las especificaciones técnicas, de manera que la capa de concreto se encuentre a nivel con los pines.

Ver Tabla 566-2 para los requerimientos de muestreo y ensayo y las cualidades características para la aceptación.

Los materiales para el concreto lanzado serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 y 107.03. Suministrar un certificado de producción para el cemento hidráulico. El sistema de colocación del concreto lanzado será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Los aditivos para el contenido de aire y masa unitaria del concreto lanzado serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04. La resistencia a la compresión será evaluada bajo la Subsección 107.05. Ver Tabla 566-1 para los límites especificados.

566.10 Medición

Se deben medir para efectos de aceptación o pago, los materiales, insumos y actividades requeridos en esta Sección, de acuerdo con la Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimiento de recepción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

Medir el concreto lanzado en metros cúbicos producido en planta o en camión automezclador, para esto se debe tomar en cuenta el porcentaje de desperdicio de concreto producido por el efecto rebote.

566.11 Pago

Las cantidades aceptadas serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida para los renglones de pago de la Sección 566 listados en el cartel de licitación excepto que el precio unitario de la oferta para el concreto lanzado será ajustado de acuerdo con la Subsección 107.05. El pago será la compensación total para el trabajo prescrito en esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El pago para el concreto lanzado será hecho al precio determinado multiplicando el precio unitario de la oferta por el factor de pago de la resistencia a la compresión.

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.566.01	Concreto lanzado para un espesor de ____ mm	Metro cuadrado	(m2)
CR.566.02	Concreto lanzado para un espesor de ____ mm	Metro cuadrado	(m2)

Sección 620.) MAMPOSTERÍA DE PIEDRA

620.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción o rehabilitación de estructuras de mampostería de piedra y en las secciones de mampostería de piedra de estructuras compuestas.

La clase de mampostería se designa de acuerdo con la Subsección 705.03 y lo siguiente:

- a) Mampostería dimensionada. Las piedras se cortan en dos o más dimensiones y se colocan sobre mortero de forma traslapada y aleatoria en tamaño.
- b) Mampostería clase A. Las piedras se forman, se ajustan con una tolerancia de 6 milímetros con respecto a una línea recta y se colocan sobre mortero.
- c) Mampostería clase B. Las piedras se forman, se ajustan con una tolerancia de 19 milímetros con respecto a una línea recta y se colocan sobre mortero.
- d) Mampostería de piedra bruta. Las piedras varían en forma y tamaño, están labradas de forma irregular y están colocadas sobre mortero en hiladas irregulares.
El acabado de las caras expuestas se designa de acuerdo con la Subsección 705.03 (f).

620.02 Materiales.

Deben cumplir con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto hidráulico	601
Mortero	725.22 (f)
Mortero para apoyos y juntas de mampostería	712.05 (a)
Roca para estructuras de mampostería	705.03

Requerimientos para la construcción

620.03 General.

Se debe suministrar piedra semejante a la piedra natural del sitio del proyecto.

Se debe presentar al Contratante, muestras que representen el rango de colores y tamaños de piedra que se utilizarán en el proyecto, 14 días antes de iniciar el trabajo.

Se debe mantener un inventario adecuado de la piedra en el sitio para proveer a los albañiles con una amplia variedad de piedras. Cuando se incorpora piedra adicional, se debe mezclar la piedra nueva con la piedra existente siguiendo un patrón y color uniforme.

Se debe realizar la excavación y relleno según la Sección 209. Se debe preparar el terreno de cimentación en dirección normal o en escalones en dirección normal a la cara de la mampostería. Cuando se utiliza mampostería para la cimentación, se debe limpiar cuidadosamente la superficie de apoyo y se debe humedecer inmediatamente antes de extender la capa de mortero.

620.04 Colocación de la piedra.

Se debe colocar la piedra de forma que se provea un patrón y color uniforme. Se debe mantener la mampostería terminada a una temperatura superior a 4 °C durante las 24 horas posteriores a la construcción. Se debe limpiar y humedecer completamente todas las piedras, inmediatamente antes de colocarse. Se debe limpiar y humedecer la base (sisa horizontal).

Cuando se retire y reemplace la mampostería de piedra se deben utilizar herramientas manuales para limpiar el mortero de las caras expuestas de las piedras antes de restaurarlas.

Se debe extender el mortero. El espesor de las sisas horizontales y de las juntas de las piedras de revestimiento debe estar conforme con los requisitos que se muestran en la Tabla 620-1. Las juntas de los segmentos de los arcos (dovelas) en las fachadas y en los sofitos, deben tener un espesor no menor de 6 milímetros pero no mayor de 38 milímetros. La sisa de cada hilada debe tener un espesor uniforme en toda la longitud.

Las juntas en la mampostería dimensionada se deben construir verticales. En los demás tipos de mampostería, las juntas pueden tener un ángulo con respecto a la vertical entre 0 y 45 grados.

Las capas de asiento o sisas transversales de las paredes verticales deben ser horizontales (estar niveladas). Las capas de asiento o sisas de los muros inclinados pueden tener una dirección que varía desde la horizontal hasta una dirección normal a la línea inclinada de la cara del muro.

Se debe colocar las piedras con la cara más larga en dirección horizontal y la cara expuesta paralela a la cara de la mampostería. Se deben rellenar las juntas con mortero.

No se deben golpear o mover las piedras que ya se han colocado. Si alguna piedra se ha aflojado después de que el mortero ha alcanzado el fraguado inicial, se debe quitar la piedra, limpiar el mortero y colocar nuevamente la piedra utilizando mortero fresco.

Tabla 620-1

Espesores de las sisas horizontales y juntas en la mampostería

Clase	Sisas horizontales (mm)	Juntas (mm)
Piedra bruta	13 - 64	13 - 64
Clase B	13 - 50	13 - 50
Clase A	13 - 50	13 - 38
Dimensionada	10 - 25	19 - 25

620.05 Elaboración de las juntas.

Se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- (a) Construcción de juntas nuevas. En las juntas en las superficies superiores se debe colocar el mortero alrededor del contorno del bloque con una ligera inclinación en el centro de la mampostería para proporcionar drenaje.

Cuando se requieran juntas rebajadas se debe raspar el mortero en las juntas y sisas horizontales en la cara expuesta hasta la profundidad requerida (aproximadamente 20 mm). Cuando se requieran juntas biseladas, se debe raspar inclinadamente de forma ligera las juntas. No se debe dejar el mortero al mismo nivel que las caras de las piedras.

Se deben limpiar las manchas de mortero de las caras de las piedras mientras el mortero está fresco. Después de que el mortero ha fraguado, se deben limpiar nuevamente utilizando cepillos de alambre y ácido. Se debe proteger la mampostería del clima caliente o seco y se debe mantener húmeda durante al menos 3 días después de que se ha completado el trabajo.

- (b) Restauración de juntas. Se debe remover el mortero desprendido de las juntas utilizando un cincel pequeño o una piqueta, un cincel neumático pequeño u otra herramienta para labrar juntas aprobado por el contratante. No se deben utilizar sierras mecánicas o esmeriladoras. Si se utiliza equipo mecánico se debe comprobar su competencia antes de utilizarse

para remover el mortero de la estructura. Se debe retirar el mortero hasta una profundidad igual a $2\frac{1}{2}$ veces el espesor de la junta. Se debe eliminar la suciedad o vegetación con un cepillo de alambre u otras herramientas aprobadas por el Contratante. Se debe limpiar la junta de todos los fragmentos desprendidos y del polvo con aire comprimido o agua.

Antes de rellenar la junta se deben humedecer las piedras adyacentes. No se debe colocar mortero a una profundidad mayor a $2\frac{1}{2}$ veces el ancho de la junta. El mortero se debe colocar en capas con un espesor de aproximadamente 6 milímetros para las juntas con una profundidad mayor a 2,5 milímetros. Se deben añadir las capas sucesivas cuando el mortero ha alcanzado tal dureza que sea posible estampar la huella del dedo pulgar sin que se queden residuos en el dedo. Se debe trabajar la capa final según el acabado aprobado. Se debe construir una sección de prueba de la junta de 1 metro de longitud a lo largo de la estructura para que sea aprobada por el Contratante antes de continuar el trabajo. La sección de prueba aprobada puede incorporarse en el trabajo.

Se debe limpiar el mortero sobrante y las manchas en la mampostería de piedra utilizando un cepillo de cerdas después de que el mortero haya secado pero antes del fraguado inicial. Para la limpieza no se deben utilizar productos químicos a menos que hayan sido aprobados por el Contratante. Se deben proteger las juntas del clima caliente y seco manteniéndolas húmedas durante 3 días después de que se ha concluido el trabajo.

620.06 Construcción de las paredes.

Se debe construir una sección de pared de prueba en forma de L, con una altura no menor de 1,5 metros y 2,5 metros de largo, en la cual se muestre ejemplos de la paredes expuestas, remate de pared, método de labrado de esquinas y el método de fabricación de juntas. No se debe colocar la mampostería, aparte de la mampostería de la cimentación, antes que la muestra haya sido aprobada.

Se deben colocar las piedras de revestimiento siguiendo un patrón irregular y aleatorio para producir el efecto mostrado en los planos y que corresponda con la sección de prueba aprobada. No se deben extender las sisas horizontales en una línea continua a lo largo de más de 5 piedras y las juntas no por más de dos piedras. Se debe adherir cada piedra de revestimiento con las piedras de revestimiento contiguas por lo menos 150 mm longitudinalmente y 50 milímetros verticalmente. No se debe construir de manera que las esquinas de cuatro piedras sean adyacentes.

No se deben agrupar piedras pequeñas o piedras del mismo tamaño, color o textura. Generalmente, el tamaño de las piedras decrece desde la base hacia la

parte superior del trabajo. Se deben usar las piedras grandes en las primeras hilas al pie del muro y piedras largas seleccionadas en las esquinas.

- (a) Perpiaños. Cuando se requieran, se deben distribuir de forma uniforme a lo largo de las paredes de las estructuras para constituir al menos el 20 por ciento de las caras.
- (b) Relleno. En la construcción del relleno no se deben utilizar piedras grandes. Las piedras individuales que forman el relleno y el núcleo se deben adherir con las piedras de la pared de fachada y entre ellas. Se deben rellenar completamente todas las aberturas e intersticios en el relleno con mortero o con fragmentos recubiertos completamente con mortero.
- (c) Hilada de coronación. Las hiladas de coronación se deben construir como se muestran en los planos. Cuando no se exigen hiladas de coronación, se debe terminar la parte superior de la pared con piedras suficientemente anchas para cubrir la parte superior del muro, que tengan una longitud entre 0,5 m y 1,5 m y que sean de alturas irregulares, con una altura mínima de 150 mm. Se deben colocar las piedras de forma que la hilada superior sea parte integral del muro. Se debe alinear los remates de las hiladas superiores de piedra tanto en el plano vertical como en el plano horizontal.
- (d) Parapetos. En los extremos de los parapetos y en todos los ángulos y esquinas expuestos se deben utilizar piedras seleccionadas, ajustadas, alineadas y con las cabezas labradas. Se deben entrelazar los perpiaños con la mayor cantidad de estos posibles, extendiéndose completamente a través del muro. Se deben vincular los perpiaños y los elementos de mampostería (bloques) al hilo en las dos caras del muro. Los perpiaños y los elementos de mampostería deben constituir prácticamente el volumen total del muro. Se deben rellenar completamente con mortero todos los intersticios y descantilladuras, grietas.
- (e) Agujeros o hendiduras de drenaje. Se deben proveer agujeros de drenaje en todos los muros y los soportes que transmiten las cargas desde la superestructura al las fundaciones. Los agujeros de drenaje se deben ubicar en los puntos más bajos donde se pueda obtener desagües libres y el espaciamiento centro a centro no debe ser mayor de 3 metros.

620.07 Revestimiento para el concreto.

- (a) Piedra colocada antes de la colocación del concreto. La superficie posterior de la mampostería debe hacerse irregular para mejorar la adherencia con el relleno de concreto.

Para anclar las piedras se debe utilizar acero de refuerzo N°10 M doblado en forma de S alargada. Se debe empotrar cada anclaje hasta una profundidad de 50 milímetros en una capa de mortero, medidos desde la cara de las piedras. Se debe extender el otro extremo ± 250 milímetros dentro del relleno de concreto. Se debe espaciar los anclajes 0,5 m, tanto de forma horizontal como vertical.

Después de que el mortero ha alcanzado suficiente resistencia se debe limpiar la superficie de la mampostería de toda suciedad, material suelto y excesos de mortero. Se deben lavar las superficies con un chorro de agua a alta presión. Cuando se está colocando el concreto, se debe adherir mortero de cemento puro de consistencia cremosa en la parte superior del concreto y contra la mampostería. Se deben cubrir todos los intersticios en la parte de atrás de la mampostería con mortero.

- (b) Concreto colocado antes de la colocación de las piedras. Se debe dejar un espesor de revestimiento según se muestra en los planos. Se deben colocar ranuras de metal galvanizado con anclajes en la superficie de concreto. Los anclajes se deben colocar con un espaciamiento vertical y horizontal menor de 600 mm. Se debe colocar un relleno temporal de fieltro u otro material para evitar rellenar las ranuras con concreto.

Cuando se esté colocando el revestimiento de piedra, se debe ajustar firmemente los anclajes metálicos en las ranuras con un espaciamiento vertical promedio de 600 mm. Al menos 25 por ciento de los anclajes se deben doblar con un ángulo recto corto para encajar un corte rebajado en la piedra. Se deben extender los anclajes 75 milímetros en la cara expuesta de la obra de mampostería.

Cuando la forma de la superficie de concreto no es adecuada para el uso de ranuras de metal se debe utilizar amarres, riostras de alambre de hierro galvanizado de 3,8 milímetros a una razón de 7 amarres, riostras por metro cuadrado de superficie expuesta. Se deben instalar los amarres, riostras después de que se ha curado el concreto utilizando una pistola neumática.

Se debe mantener la superficie de concreto húmeda durante las dos horas previas a la colocación de las piedras y se deben rellenar los espacios entre las piedras con mortero.

620.08 Construcción de arcos.

Se deben elaborar y presentar los planos de la obra falsa de acuerdo con las especificaciones de la Sección 562. Se deben estratificar las piezas del arco de

forma paralela a la junta radial y se deben estratificar las demás piedras paralelas a las juntas horizontales.

Se debe disponer de una plantilla a escala natural del cuerpo del arco cerca de la cantera donde se muestren las dimensiones de las caras de cada una de las piedras del arco y el espesor de las juntas. Se debe recibir la aprobación antes de iniciar la conformación de cualquier pieza del arco y no se debe colocar ninguna pieza en la estructura hasta que todas las piezas del arco hayan sido cortadas y labradas.

Se debe construir el encofrado del arco de acuerdo con los planos aprobados. Se deben proveer las cuñas adecuadas para ajustar la elevación de los encofrados.

Se deben colocar las piezas del arco en la posición exacta y se deben mantener en su sitio por medio de cuñas de madera dura hasta que se rellenen las juntas con mortero. Cuando se requiera, se debe soportar los encofrados mediante gatos aprobados para corregir el asentamiento después de que se inicia la colocación de la mampostería. Se debe bajar el encofrado de forma gradual y simétrica para evitar producir sobreesfuerzos en el arco. El arco debe ser auto-soportante antes que se coloquen las barandas o la hilada de coronación.

Para arcos de tímpano relleno se deben retirar los encofrados antes de construir las paredes de los tímpanos para evitar obstruir las juntas de expansión. Se debe colocar el relleno de forma que el cuerpo del arco esté cargado de manera uniforme y simétrica.

620.09 Muretes

Se debe utilizar mampostería de piedra bruta. Las pantallas interiores de concreto para los muretes pueden ser coladas en sitio o de unidades prefabricadas de acuerdo con la Sección 601. El concreto debe tener una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 25 megapascuales.

Se debe construir una sección de prueba de los muretes de 8 metros. No se debe construir muretes antes que la sección de prueba haya sido aprobada.

Se debe construir el murete vertical y uniforme a lo largo de su longitud. Ninguna piedra debe sobresalir más de 38 milímetros. Se deben fabricar las sisas horizontales de mortero y las juntas de acuerdo con la Tabla 620-1. Se debe rebajar las juntas y las sisas hasta una profundidad de 50 milímetros en los lados frontal y superior y hasta una profundidad de 38 milímetros en la parte posterior.

Se debe utilizar un coronamiento de una pieza para todo el ancho del murete en al menos el 25 por ciento de la longitud total. En la longitud restante se debe utilizar coronamiento de dos piezas con la junta ubicada a menos de 100 mm del centro del murete.

Se deben colocar todas las piedras, incluyendo las piedras de coronamiento, de forma aleatoria para evitar seguir un patrón. Las piedras se deben colocar para reflejar el ancho de las juntas de expansión. No se debe dejar un espacio o un borde de mortero en la junta de expansión. Se deben utilizar piedras de diferentes tamaños para formar o calzar las esquinas del murete.

620.10 Aceptación.

Ver en la Tabla 620-2 los requisitos de muestreo y de ensayo.

El material para elaborar el mortero se evaluará según las Subsecciones 107.02 y 107.03. El mortero será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La piedra para las estructuras de mampostería se evaluará según las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La construcción o rehabilitación de las estructuras de mampostería de piedra se evaluará según la Subsecciones 107.02 y 107.04.

La excavación y el relleno se evaluarán de acuerdo con la Sección 209.

El concreto hidráulico se evaluará según la Sección 601.

620.11 Medición.

Se deben medir para efectos de aceptación o pago, los materiales, insumos y actividades requeridos en esta Sección, de acuerdo con la Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimiento de recepción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

Se debe medir la mampostería de piedra por metro cúbico en la estructura.

No se deben medir las secciones de pared de prueba que no estén incluidas en el trabajo.

Se debe medir la mampostería de piedra de los muretes incluyendo las secciones terminales.

Se debe medir la mampostería removida y reconstruida por metro cúbico en la estructura después de restaurarla.

Se debe medir la reconstrucción de las juntas de la mampostería de piedra a lo largo de la línea centro de la junta.

620.12 Pago.

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 620 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

Renglón de pago			Unidad de medida	
CR.620.01	Clase mampostería,	acabado	Metro cúbico	(m3)
CR.620.02	Guardamuro de mampostería de piedra		Metro lineal	(m)
CR.620.03	Remoción y reconstrucción de		Metro cúbico	(m3)

Tabla 620-2

Requerimientos de muestreo y ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación	Caract.	Categ.	Especificac. de métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Lugar de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de reporte
Mortero (712.05)	Medir y ensayar para determinar su cumplimiento según (107.04)	Realizar especímenes de ensayos, esfuerzo de compresión	---	AASHTO T 23 & T 22	1 por instalación	Sitio de trabajo	---	---

Sección 624.) CAPA VEGETAL

624.01 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de capa vegetal y la colocación de suelo conservado. Para realizar el tipo de labores que se describe adelante, el Contratista debe contratar a una empresa especializada en la materia o a un profesional en Agronomía, los que darán las recomendaciones pertinentes para cada caso específico, mismas que deberán ser aprobadas por el Ingeniero de Proyecto.

624.02 Materiales

El material debe estar de acuerdo a las siguientes subsecciones:

Capa vegetal (Suministrada)	713.01 (a)
Capa vegetal (Conservada)	713.01 (b)

Requerimientos para la construcción

624.03 Preparación de áreas

Conformar todas las pendientes y áreas para ser cubiertas por capa vegetal. Construir las pendientes con una relación 1:3 o planas, en ambos casos con un espesor de 100 mm.

624.04 Colocación de la capa vegetal

Anunciar con al menos 7 días de anticipación la colocación de la capa vegetal. No colocar la capa vegetal cuando el suelo está excesivamente húmedo, u otra condición que deteriore el trabajo. Mantener las superficies del camino limpias durante las operaciones de arrastre y extensión de materiales.

Extender la capa vegetal a una altura tal, que al asentarse el material, alcance la altura buscada. El suelo tiene que quedar con una textura adecuada. Remover y disponer todos los montículos que tenga la superficie, las piedras cuyo tamaño sea superior a los 50 mm, raíces, troncos y otros objetos pequeños de acuerdo con la Subsección 203.05.

Compactar la capa vegetal después de colocada usando un rodillo, un tractor, u otros equipos similares, para formar depresiones longitudinales de 50 cm de ancho, que queden perpendiculares al flujo natural del agua.

624.05 Aceptación

El material para capa vegetal (suministrado) será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

El material para capa vegetal (conservado) será evaluado de acuerdo con la Subsección 107.02.

La colocación del material de la capa vegetal (suministrada y conservada) será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

624.06 Medida

Se deben medir para efectos de aceptación o pago, los materiales, insumos y actividades requeridos en esta Sección, de acuerdo con la Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimiento de recepción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

Medir la colocación y el suministro de la capa vegetal, y la colocación de la capa vegetal conservada, por metro cúbico en su posición final (colocado), por hectárea en la superficie, o por metro cuadrado.

624.07 Pago

Las cantidades aceptadas, medidas como se indica abajo, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para el pago de los renglones listados abajo. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta sección.

Ver Subsección 110.05.

El pago deberá hacerse por:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.624.01	Suministro y colocación de capa vegetal, ____ profundidad	Metro cuadrado	(m2)
CR.624.02	Suministro y colocación de capa vegetal, ____ profundidad	Hectárea	(ha)
CR.624.03	Suministro y colocación de capa vegetal	Metro cúbico	(m3)
CR.624.04	Colocación de capa vegetal conservada, ____ profundidad	Metro cuadrado	(m2)
CR.624.05	Colocación de capa vegetal reciclada, ____ profundidad	Hectárea	(ha)
CR.624.06	Colocación de capa vegetal conservada	Metro cúbico	(m3)

Sección 625.) INSTALACIÓN DEL CÉSPED

625.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la preparación del suelo, el riego, la fertilización, la siembra y la colocación del recubrimiento vegetal.

Los métodos de siembra y colocación del recubrimiento vegetal se designan como método seco o hidráulico.

625.02 Materiales.

Los materiales deben estar conformes con las siguientes Subsecciones:

Calizas de uso agrícola	713.02
Fertilizante	713.03
Semillas	713.04
Cubierta vegetal	713.05
Agua	725.01

Requerimientos constructivos

625.03 General.

El césped se debe instalar en los taludes terminados y zanjas, dentro de los 14 días posteriores a la finalización de la construcción en la sección. No se debe sembrar cuando el clima es ventoso o cuando el terreno está excesivamente húmedo, extremadamente seco, con terrones, cuando la tierra está endurecida o el suelo no es disgregable.

625.04 Preparación de la zona de siembra.

Se debe ajustar el área de siembra de acuerdo al alineamiento y a la pendiente.

Se debe eliminar la maleza, trozos de madera, piedras con diámetro mayor a 50 milímetros y otros desechos perjudiciales para la colocación, crecimiento o mantenimiento del césped.

Si se requiere en el contrato, se debe emplear calizas, cal y protección contra gusanos.

Se debe arar el área que se va a sembrar hasta una profundidad mínima de 100 mm y se debe preparar una zona de siembra firme, pero disgregable, antes de plantar las semillas. No se debe cultivar las capas de agregados y suelo vegetal que fueron previamente cultivadas de acuerdo con la Sección 305.

625.05 Riego.

Se deben humedecer las áreas a sembrar antes de colocar las semillas y se debe mantener la humedad hasta 10 días después de la germinación.

625.06 Fertilización.

Se debe aplicar el fertilizante mediante los siguientes métodos:

(a) Método seco. Se incorpora el fertilizante en la parte superior de la zona de siembra antes de colocar las semillas.

(b) Método hidráulico. Se añade el fertilizante a una solución de agua suelo y otros compuestos insolubles, y se mezcla antes de añadir las semillas. Las semillas y el fertilizante se deben agregar en una sola aplicación.

625.07 Siembra.

Se debe sembrar según los siguientes métodos:

(a) Método seco. Se deben colocar las semillas mediante equipos mecánicos de siembra, perforadoras u otros equipos mecánicos. Los métodos de siembra manuales son satisfactorios en las áreas que son inaccesibles con el equipo mecánico. Se debe compactar ligeramente la zona sembrada 24 horas después de la siembra.

(b) Método hidráulico. Se debe utilizar equipo hidráulico capaz de proporcionar una aplicación uniforme utilizando el agua como agente de transporte. Se debe agregar al agua un material de rastro formado por madera o por recubrimiento vegetal de fibra de celulosa. Se debe colocar el material de trastero a una razón de 450 kilogramos por hectárea para que haya una evidencia visible de la aplicación uniforme. Se deben agregar las semillas a la solución de agua suelo y otros compuestos insolubles, en un periodo no mayor de 30 minutos antes de la aplicación. Se deben sembrar de forma manual las áreas que son inaccesibles con el equipo.

625.08 Colocación de recubrimiento vegetal.

Se debe aplicar el recubrimiento vegetal durante las 48 horas siguientes a la colocación de las semillas mediante los siguientes métodos:

(a) Método seco. Se debe extender todo el material de recubrimiento vegetal, excepto la madera y las fibras vegetales de celulosa, por medio de un aspersor que utiliza aire a presión para colocar el material de recubrimiento sobre el área sembrada. Se debe aplicar el recubrimiento vegetal de broza o paja a una razón de 3600 kilogramos por hectárea. Se debe fijar el material de recubrimiento con un adhesivo estabilizador en emulsión que sea previamente aprobado o mediante un método mecánico aprobado. No se debe marcar o dañar las estructuras, pavimentos, servicios o plantas con el adhesivo.

(b) Método hidráulico. Se debe aplicar el recubrimiento vegetal en una aplicación diferente que las semillas mediante un equipo de tipo hidráulico de acuerdo con la Subsección 625.07 (b).

Se debe colocar el recubrimiento vegetal de fibras de madera o de fibras de celulosa de broza o paja a una razón de 1700 kilogramos por hectárea.

Se debe aplicar el recubrimiento vegetal hidráulico de matriz de fibras adheridas entre sí, a una razón mínima de 3400 kilogramos por hectárea. Se debe colocar de manera que ningún agujero en la malla final formada sea mayor de 1 milímetro.

Se debe disponer de manera que no haya espacios entre la matriz y el suelo.

Se debe colocar el recubrimiento vegetal de forma manual las áreas que no son accesibles con el equipo.

625.09 Protección y cuidado de las áreas sembradas.

Se deben proteger y cuidar las áreas sembradas, incluyendo el riego cuando se necesite, hasta la aceptación final. Se deben reparar las áreas sembradas que se encuentren dañadas resembrando, mediante una refertilización y colocando nuevamente un recubrimiento vegetal. Se deben realizar colocaciones adicionales de semillas, recubrimiento vegetal, fertilizante, cal o nitrato de amonio.

625.10 Aceptación.

Se evaluará la siembra de acuerdo con las Subsecciones 107.02, 107.03 y 713.04.

El recubrimiento vegetal, el fertilizante y demás materiales para la colocación del césped, zacate se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

El trabajo de colocación del césped, zacate se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

625.11 Medición.

Se deben medir para efectos de aceptación o pago, los materiales, insumos y actividades requeridos en esta Sección, de acuerdo con la Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimiento de recepción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

Se debe medir la siembra y la colocación del recubrimiento vegetal por hectárea sobre la superficie del terreno o por la unidad de la mezcla en suspensión. Una unidad de la mezcla en suspensión está formada por aproximadamente 4000 litros de agua más el material necesario para que germine el césped o zacate

especificado. Diez unidades de mezcla en suspensión contienen el material para cubrir una hectárea.

Se debe medir la colocación del césped o zacate y las aplicaciones adicionales por hectárea sobre la superficie del terreno.

Se debe medir el agua por metro cúbico en el vehículo de acarreo o por medición.

625.12 Pago.

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 625 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección. Ver Subsección 109.05.

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.625.01	Sembrado, método ____	Hectárea	(ha)
CR.625.02	Sembrado, método ____	Metro cuadrado	(m2)
CR.625.03	Sembrado, método hidráulico	Unidad de lechada	(U)
CR.625.04	Fertilización, método seco	Tonelada métrica	(Tm)
CR.625.05	Agua	Metro cúbico	(m3)
CR.625.06	Siembra de césped	Hectárea	(ha)

Sección 626.) PLANTAS, ÁRBOLES, ARBUSTOS, ENREDADERAS Y SETOS

626.01 Descripción.

Este trabajo consiste en el suministro y siembra de árboles, arbustos, enredaderas, setos y otras plantas.

626.02 Materiales.

Los materiales deben estar conforme a las siguientes Subsecciones:

Fertilizante	713.03
Materiales misceláneos para siembra	713.08
Cubierta vegetal	713.05
Plantas	713.06
Suelo vegetal	713.01
Agua	725.01 (b)

Requerimientos constructivos

626.03 General.

No se debe plantar cuando el suelo está saturado, extremadamente seco, con terrones, en capas de suelo con poca permeabilidad, cuando no sea disgregable (no sea friable) o cuando presenta otras condiciones desfavorables para la siembra.

Se deben proveer cepas con un sistema de raíces cohesivo y fibroso. No se debe suministrar material cultivado en recipientes (macetas o bolsas) que tenga un tamaño mayor que el recipiente, que las raíces hayan crecido tanto que rodeen y se entrelacen alrededor del terrón de la planta o que tenga raíces que crecen fuera del recipiente.

626.04 Inspección y entrega.

Se debe notificar al Contratante (CO) 30 días antes del envío del material para que tenga la posibilidad de seleccionar el material en la fuente. Se deben entregar las certificaciones comerciales y la información completa acerca de la fuente de suministro de todas las plantas al menos 15 días antes de enviar las plantas al proyecto.

626.05 Protección y almacenamiento temporal.

Se deben empacar las plantas de forma que se protejan del clima y de la ruptura durante el transporte. Cuando el envío se realiza en un vehículo abierto se deben amarrar y cubrir las plantas para evitar el daño producido por el viento y la deshidratación. Se deben rociar las hojas de los árboles de hojas perennes y de los árboles de hojas caducas con un antitranspirante de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Cuando el envío se hace en un vehículo cerrado se debe empacar cuidadosamente y ventilar de forma adecuada las plantas para evitar la transpiración.

Se debe mantener todo el material de las plantas húmedo y se debe tener cuidado para evitar daños en la corteza, ramas y sistemas de raíces. Se deben reemplazar todas las plantas dañadas incluyendo las plantas que tenga los terrones agrietados o partidos.

Se debe identificar cada planta enviada al proyecto con una etiqueta impermeable en la que se muestre el nombre de la planta y la fecha de envío.

Se debe proteger de la siguiente manera las plantas entregadas pero que no está programado que se planten inmediatamente:

- a) Se deben abrir y desenrollar los bultos de las raíces descubiertas, separar las plantas y cubrir las raíces en zanjas húmedas.
- b) Se debe envolver el terrón de la planta con el material utilizado para transportar el almacigo, previamente se debe cubrir el terrón con un recubrimiento vegetal (paja, fibras vegetales) u otro material adecuado para mantener la humedad.
Se deben instalar las plantas recibidas en el sitio en un plazo máximo de 30 días.

626.06 Excavación de los hoyos y camas para las plantas.

Por lo menos 14 días antes de efectuar la siembra se debe presentar al CO para su aprobación la ubicación de las plantas y los métodos de siembra. Se debe marcar con estacas o banderas la ubicación de las plantas. Se debe remover del sitio de siembra los terrones, maleza, raíces y otros materiales inconvenientes. Se debe excavar los hoyos para las plantas de la siguiente manera:

- a) Ancho de la excavación.
 - (1) Para extensiones de las raíces o diámetros de terrones de hasta 1 metro se debe cavar los hoyos de forma circular con un diámetro igual a la extensión de las raíces más 0,5 m.

- (2) Para extensiones de las raíces o diámetros de terrones mayores a un (1) metro se debe excavar un agujero con un tamaño igual a 1,5 veces la extensión de las raíces.

b) Profundidad de excavación. Se deben cavar los hoyos con una profundidad que permita un relleno mínimo de 150 mm por debajo de las raíces o hasta las siguientes profundidades, la que sea mayor:

- (1) Árboles de hojas caducas.
 - (a) Menos de 38 milímetros de espesor: 0,5 metros de profundidad.
 - (b) Más de 38 milímetros de espesor: 1 metro de profundidad.
- (2) Arbustos de hojas caducas y arbustos de hojas perennes.
 - (a) Menos de 0,5 metros de altura: 0,3 metros de profundidad.
 - (b) Más de 0,5 metros de altura: 0,5 metros de profundidad.
- (3) Árboles de hojas perennes.
 - (a) Menos de 1,5 metros de altura: 0,2 metros más la altura de del terrón
 - (b) Más de 1,5 metros de altura: 0,3 metros más la altura del terrón.
- (4) Enredaderas y setos pequeños. La profundidad de la excavación debe ser igual al doble del tamaño de la maceta.

Antes de colocar la planta se debe aflojar la tierra de las paredes y en la base del hoyo hasta una profundidad de 150 mm.

No se debe dejar los hoyos de las plantas abiertos durante la noche.

626.07 Colocación de las plantas.

No se debe plantar el material hasta que haya sido inspeccionado y aprobado por el CO. Se rechazarán las plantas que no cumplen con las especificaciones, que llegan al sitio en una condición insatisfactoria o que muestran señales de manipulación inadecuada. Todas las plantas rechazadas se deben retirar inmediatamente del sitio, se deben desechar y reemplazar con plantas de vivero que hayan sido previamente aprobadas.

Se debe preparar una mezcla de relleno formada por 4 partes de suelo vegetal, marga o suelo escogido, con una parte de turba. Se debe colocar la mezcla de relleno en el fondo del hoyo. Se deben colocar todas las plantas aproximadamente verticales y al mismo nivel o a un nivel ligeramente más bajo que la profundidad a la cual fueron cultivadas en el vivero o recolectadas en el campo. Se deben colocar las plantas de la siguiente manera:

- (a) Plantas de raíces descubiertas (sin terrón). Se deben colocar las plantas de raíces descubiertas en el centro del hoyo con las raíces extendidas en una posición natural. Se deben cortar las raíces quebradas o dañadas hasta la parte

sana. Se debe colocar la mezcla de relleno alrededor y por encima de las raíces, compactar conforme se rellena el agujero y se debe regar abundantemente.

(b) Plantas con terrón envuelto o embalado en bolsa plástica. Se debe manipular las plantas por el terrón. Se deben colocar estas plantas con el terrón en los hoyos preparados sobre una mezcla de relleno compactada. Se debe rasgar o acanalar el terrón, hasta una profundidad de 25 milímetros a lo largo de toda la orilla en partes iguales sobre 4 lados. Se debe colocar un relleno alrededor del terrón de la planta hasta la mitad de este. Se debe compactar y agregar suficiente agua. Se debe cortar el envoltorio del terrón y se debe retirar de la mitad superior del terrón o aflojar la envoltura y doblarla. Si se utilizan canastas de alambre se debe cortar el alambre de la mitad superior de la canasta. Se debe rellenar el espacio restante con la mezcla de relleno.

(c) Plantas cultivadas en recipientes. Se debe retirar el envase justo antes de plantar. Se deben colocar las plantas en los hoyos preparados sobre una mezcla de relleno compactada. Se debe terminar de rellenar con la mezcla de relleno y se debe compactar.

626.08 Fertilización.

Se debe colocar el fertilizante utilizando alguno de los siguientes métodos:

(a) Mezclar el fertilizante con la mezcla de relleno cuando ésta se prepara.

(b) Extender el fertilizante de forma uniforme alrededor del área del hoyo de las plantas individuales o sobre las camas de los arbustos. Se debe colocar el fertilizante en los 50 milímetros superiores de la mezcla de relleno.

626.09 Riego.

Se deben construir surcos o canales de riego de 100 mm de profundidad alrededor de los árboles y de 75 milímetros alrededor de los arbustos. Se debe construir el surco con un diámetro igual al diámetro del hoyo de la planta.

Se debe regar durante e inmediatamente después de sembrar las plantas y a lo largo del período de establecimiento de las plantas. Cada vez que se riegue se debe saturar el suelo alrededor de cada planta.

626.10 Arriostramiento y estacado.

Cuando se especifica el arriostramiento y la colocación de estacas, en los árboles de hojas caducas se deben colocar las riostras justo debajo de las primeras ramas laterales y en los árboles de hojas perennes a la mitad de la altura del árbol. No se

deben dejar las riostras ni las estacas en el árbol por más de una temporada de crecimiento.

626.11 Poda.

Se debe podar antes o inmediatamente después de plantar para preservar el carácter natural de cada planta. Para efectuar la poda se debe emplear personal experimentado. Se deben utilizar las prácticas de horticultura reconocidas. Se deben recubrir los cortes con un diámetro mayor de 20 milímetros con un sello de brea o un producto similar que proteja los cortes realizados en la poda de los insectos y de las enfermedades, que evite el ingreso de la humedad y el flujo excesivo de savia de las áreas podadas.

626.12 Colocación del recubrimiento vegetal.

Se debe colocar el recubrimiento vegetal durante las 24 horas después de plantar. Se debe colocar el material de recubrimiento sobre toda el área del hoyo o de los surcos para riego de los árboles individuales y arbustos y sobre todas las camas de los arbustos. Si se utiliza fibra de madera, se debe aplicar al material de recubrimiento nitrógeno en una proporción de 5 kilogramos por metro cúbico.

626.13 Período de establecimiento de las plantas.

El período de establecimiento de las plantas es un período de un año que inicia con la finalización del proyecto. Se deben emplear todos los medios necesarios para mantener las plantas en una condición de crecimiento sana durante el período de establecimiento de las plantas. El cuidado durante este periodo incluye: riego, cultivo, poda, reparación, ajuste de las riostras y estacas y el control de los insectos y de las enfermedades. Al terminar el período de establecimiento de las plantas se deben retirar todas las riostras y estacas.

626.14 Aceptación.

Se evaluará el material para plantar (incluyendo plantas, abono, recubrimiento vegetal y suelo vegetal) de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La siembra de los árboles, arbustos, enredaderas, coberturas vegetales y otras plantas se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04 de la siguiente manera:

Se realizará una inspección de las plantas 15 días antes del final del período de establecimiento para identificar todas las plantas muertas, que están muriendo o que están enfermas para su remoción y reposición. Durante la siguiente temporada de siembra se debe eliminar y reemplazar todas las plantas

identificadas de acuerdo a esta Sección. Una inspección final de las plantas durante los 15 días posteriores a la finalización de la reposición de las plantas será la base de la aceptación final.

626.15 Medición.

Se deben medir para efectos de aceptación o pago, los materiales, insumos y actividades requeridos en esta Sección, de acuerdo con la Subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimiento de recepción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

626.16 Pago.

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 626 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección. Ver Subsección 109.05. Los adelantos del pago de las plantas se realizarán de la siguiente manera:

(a) 75 por ciento del precio unitario de la oferta se pagará después de la siembra inicial.

(b) El 25 por ciento restante del precio unitario de la oferta (unit bid price) se pagará después de la inspección final.

El pago se efectuará de la siguiente manera:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.626.01	Nombre de la planta, tamaño	Unidad	(U)

Sección 627.) CÉSPED

627.01 Descripción.

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de césped en tepes o rollos de césped.

Se designa la colocación del césped como: en alfombras, en franjas o en bloques, cospes de acuerdo con la Subsección 627.06.

627.02 Materiales.

Deben estar conformes con las siguientes Subsecciones:

Calizas de uso	713.02
Fertilizante	713.03
Estacas para	713.11
Césped	713.10
Agua	725.01

Requerimientos para la construcción

627.03 General.

Se debe transportar y colocar el césped durante la estación seca y se debe colocar sobre terreno seco.

627.04 Inspección y entrega.

Se debe avisar por lo menos 3 días antes de cortar el césped. El Contratante aprobará el césped en su posición original antes de cortar. Se debe suministrar el césped hasta que el terreno esté preparado.

627.05 Preparación del terreno.

Se debe limpiar y nivelar el área en la que se colocará el césped. Se debe arar o aflojar de otra manera la explanación hasta una profundidad no menor de 100 mm. Se debe remover las piedras con un diámetro mayor de 50 milímetros, trozos de madera, troncos y otros desechos que pueden impedir la colocación adecuada o el crecimiento posterior del césped.

La preparación de la capa vegetal debe ser conforme a la Sección 624.

Se debe colocar fertilizante y calizas de uso agrícola sobre el área en la que se sembrará el césped. Se pueden utilizar distribuidores mecánicos, aspersores o sopladores. Se debe arar o introducir el abono y las calizas de uso agrícola dentro del terreno hasta una profundidad de 100 mm.

Se debe humedecer el terreno preparado.

627.06 Colocación del césped.

Se debe colocar el césped en un plazo máximo de 24 horas después de ser cortado o durante los 5 días posteriores si se ha conservado el césped en pacas que se han mantenido húmedas y si se ha colocado el césped de forma que quede el césped en contacto con el césped y las raíces en contacto con las raíces. Proteja el césped, de manera que este no se seque.

(a) Césped en alfombras. Se debe colocar el césped en dirección perpendicular a los flujos de drenaje. Se debe colocar las secciones de césped extremo con extremo con juntas escalonadas (como las utilizadas en la construcción de elementos de mampostería). Se debe tapar o rellenar las aberturas con suelo vegetal mezclado con semillas y con marga. Se debe apisonar o compactar el césped para eliminar las bolsas de aire y para proporcionar una superficie plana. En las pendientes con una relación 1:2 o con una pendiente mayor y en los canales se debe colocar estacas a cada 0.5 metros después de apisonar o compactar. Se debe clavar las estacas de forma que queden a nivel con la superficie de apoyo del césped.

(b) Césped en tiras o rollos. Se deben colocar las tiras en zanjas de poca profundidad formando hileras paralelas. Se debe apisonar o compactar hasta que la superficie del césped esté nivelada o esté por debajo del nivel del suelo adyacente. Se debe sembrar el terreno entre las tiras de acuerdo con las disposiciones de la Sección 625. Las áreas sembradas se deben rastrillar para cubrir las semillas.

(c) Césped en bloques, cospes. Se deben colocar los bloques de césped. Se debe apisonar o compactar los bloques hasta que las superficies con césped tengan un nivel ligeramente inferior al de la superficie del terreno adyacente. Se deben ajustar las pendientes finales con las áreas adyacentes. Toda el área debe tener un drenaje conveniente y debe estar libre de cambios de pendiente abruptos.

627.07 Mantenimiento de las zonas cubiertas con césped.

Se debe regar el césped cuando se está instalando y se debe mantener húmedo.
Se debe evitar la erosión durante el riego.

Se deben colocar señales de precaución y barreras para proteger las áreas en las que se ha instalado césped recientemente. No se debe permitir el paso de vehículos de ruedas sobre las áreas en las que se acaba de instalar el césped.

Se deben segar las áreas con césped y se debe reparar o reemplazar las áreas que estén dañadas o que no muestran un crecimiento del césped uniforme. Se debe dar el mantenimiento necesario a las áreas con césped y se debe reponer el césped seco hasta la aceptación final del proyecto.

627.08 Aceptación.

Los materiales para la instalación del césped, incluyendo la cal y el fertilizante, se evaluarán según las Subsecciones 107.02 y 107.03.

Se evaluará la colocación del césped de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

El suelo vegetal se evaluará de acuerdo con la Sección 624.

La siembra del césped se evaluará según la Sección 625.

627.09 Medición.

Se deben medir para efectos de aceptación o pago, los materiales, insumos y actividades requeridos en esta Sección, de acuerdo con la subsecciones 110.01 Método de medición, 110.02 Unidades de medición y definiciones, 110.03 Procedimiento y aparatos de pesaje, 110.04 Procedimiento de recepción, lo que se describe a continuación o lo que en su defecto establezca la Administración.

No se deben medir las áreas sin césped adyacentes a las tiras o bloques de césped. Se debe medir el suelo vegetal de acuerdo con la Sección 624.
Se debe medir el agua y la siembra según la Sección 625.

627.10 Pago.

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 627 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

El pago se hará como sigue:

Renglón de pago		Unidad de medida
CR.627.01	Césped	Metro cuadrado (m2)

Sección 636.) SISTEMAS ELÉCTRICOS DE ALUMBRADO O SEÑALIZACIÓN

636.01 Descripción.

Este trabajo consiste en instalar, modificar o eliminar señales luminosas de tránsito, faros intermitentes, sistemas de alumbrado para carreteras o para señales, conductos de conexión y sistemas eléctricos en general.

636.02 Materiales.

Los sistemas usados en el proyecto deben cumplir con las siguientes Subsecciones:

Retenedor del material sellante	712.01 (g)
Material eléctrico	721.01
Material de alumbrado	721.02
Selladores	712.01 (a)

Requerimientos para la construcción

636.03 Regulaciones y Normas eléctricas.

El material suministrado debe estar de acuerdo con el código eléctrico local o, en su defecto, con las especificaciones establecidas en el contrato.

El Contratista debe obtener los permisos, solicitar las inspecciones oficiales y pagar los derechos necesarios para instalar el servicio de energía eléctrica. Para conectar o desconectar cualquier sistema eléctrico o de servicio público, el Contratista debe avisar y coordinar 8 días antes, para efectos de programar sus labores con las compañías que administran los servicios eléctricos.

636.04 Generalidades.

El Contratista debe presentar, en una reunión de preconstrucción, una lista de renglones de trabajo y precios correspondiente al monto cotizado como suma global. Esta lista será usada para programar el pago de acuerdo al avance de las obras.

Se debe entregar una lista de equipos y materiales por usar en el proyecto, por lo menos 15 días antes de su inicio. Esta lista debe incluir nombre del fabricante, tamaño y número de identificación de cada elemento. Se puede completar esta lista con planos a escala, catálogos y diagramas eléctricos que muestren todos los detalles del trabajo.

Se deben eliminar todos los obstáculos y obstrucciones de acuerdo con los procedimientos de la Sección 203. El Contratista debe guardar y cuidar todos los materiales aceptables para ser reutilizados en la obra. Las excavaciones y rellenos se deben hacer conforme con la Sección 209. El concreto se construirá conforme a la Sección 601.

Cuando se instalen o reparen sistemas eléctricos en funcionamiento, se debe coordinar para no desconectarlos sin tener antes el sistema alternativo listo para funcionar, de tal modo que no se produzcan congestión ni accidentes de tránsito debido a su desconexión.

636.05 Conducto eléctrico.

Los conductos eléctricos deben cortarse en forma lisa. Debe colocarse un aditamento de expansión cuando la tubería cruce por una junta de expansión de la estructura en que se apoya. Las tuberías deben ser continuas entre salidas de conexiones, de tal modo que se use una cantidad mínima de conectores. Se debe eliminar la tubería deformada o rota del sistema. Deben mantenerse las tuberías limpias y secas y protegidas en sus extremos mediante acoples apropiados.

Las cajas de acceso deben ser colocadas apropiadamente para facilitar la acción de jalar los cables eléctricos.

636.06 Período de prueba.

Antes de conectar la energía eléctrica al sistema, se debe demostrar que la nueva red está libre de corto- circuitos, circuitos abiertos o contactos a tierra. Se deben reemplazar o reparar los circuitos defectuosos. Después de conectar la energía, se debe demostrar que todos los componentes funcionan correctamente. Se recomienda que el periodo de prueba de los sistemas se extienda por 30 días continuos. Si algún componente falla, se debe reemplazar y volver a probar el sistema durante 30 días continuos en forma independiente.

636.07 Garantías e instrucciones.

Al concluir la obra, el Contratista debe entregar al Contratante todas las garantías y listas de componentes, y hojas de instrucción en la inspección final. También

debe suministrar un plano final que contenga los cambios y detalles definitivos del sistema instalado.

636.08 Aceptación.

El material de los sistemas eléctricos se evaluará conforme a las Subsecciones 107.02 y 107.03 y su instalación, conforme a las Subsecciones 107.02 y 107.04. La excavación y relleno se evaluarán conforme a la Sección 209 y el concreto conforme a la Sección 601.

636.09 Medida.

La instalación y reparación de sistemas eléctricos y de alumbrado se evaluará preferentemente por suma global o precio alzado. Los conductores eléctricos serán medidos por metro lineal. Las lámparas, postes y cajas de acceso serán medidas por unidad de cada tipo. La reubicación de componentes será medida por unidad y sin tomar en cuenta las líneas adicionales para la nueva localización.

636.10 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas por la unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será en compensación total, del trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

Se pagará de la siguiente manera:

- (a) Un 75 por ciento del monto global cotizado conforme el avance de la obra según la lista o tabla de pagos.
- (b) El 25 por ciento restante cuando se complete el periodo de prueba de todo el sistema eléctrico construido

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.636.01	Instalación de señales	Suma global	(Gbl)
CR.636.02	Instalación de iluminación	Suma global	(Gbl)
CR.636.03	Instalación eléctrica	Suma global	(Gbl)
CR.636.04	Sistema de cruce de ferrocarril	Suma global	(Gbl)
CR.636.05	Relocalizar (descripción)_____	Suma global	(Gbl)
CR.636.06	Tubería portacables (conduit) _____ mm	Metro lineal	(m)
CR.636.07	Conductores eléctricos (descripción)	Metro lineal	(m)
CR.636.08	Lámparas (descripción)	Unidad	(U)
CR.636.09	Postes (descripción)	Unidad	(U)
CR.636.10	Cajas de registro	Unidad	(U)

Sección 654.) DRENAJES

654.01 Descripción y alcances.

Esta Sección se refiere a los trabajos de construcción de subdrenajes destinados a interceptar flujos de aguas subterráneas, disminuyendo hasta un nivel determinado el nivel freático presente en suelos naturales o en rellenos artificiales. Se incluye además, la construcción de drenajes longitudinales al borde de pavimentos de concreto, con el objeto de interceptar y eliminar de la sección estructural, las aguas que se infiltran a través de la superficie del camino.

Los subdrenajes y drenajes estarán constituidos por una zanja angosta que es rodeada por una tela del tipo geotextil, y rellena posteriormente con material permeable. En los subdrenajes para abatir el nivel freático, solamente se instalarán tubos en toda la longitud de la zanja cuando así lo estipule el Proyecto. Sin embargo, se deberán instalar tubos de drenaje en las zanjas de todos los drenajes longitudinales al borde del pavimento.

654.02 Materiales.

a) Telas del tipo geotextil.

Las telas del tipo geotextil para drenaje deberán estar conformadas por fibras de poliéster, polipropileno o de una combinación de ellas, que se ajusten a la norma AASHTO M 288 y a los requisitos indicados en la Tabla 654-1.

Tabla 654-1.

Requisitos de los geotextiles para drenaje

Ensayo	Norma ASTM	Unidad	Requisitos		
			$\epsilon_r < 50\%$		$\epsilon_r > 50\%$
Resistencia a tracción longitudinal	D 4632	N	800		500
Costurado	D 4632	N	720		450
Punzonamiento (1)	D 4833	N	300		180
Corte trapezoidal	D 4533	N	300		180
Resistencia al reventado	D 3786	kPa	2 100		950
% que pasa tamiz 0.08 mm					
			< 15%	15% a 50%	$\geq 50\%$
Permitividad	D 4491	s-1	0,5	0,2	0,1

Abertura aparente poros (AOS)	de D 4751	mm	0,43	0,25	0,22 (2)
Estabilidad 500 h	UV, D 4355	%	50	50	50

(1): Resistencia perpendicular

(2): Para suelos cohesivos con índices de plasticidad mayor a 7%, la abertura deberá ser la que indique el diseño.

Nota 1: Los valores indicados corresponden al valor mínimo promedio de rollo (V.P.M), con excepción de los valores AOS que representan el valor máximo.

Nota 2: La aceptación de los geotextiles será según lo establecido en la norma ASTM D 4759.

b) Material permeable.

El material permeable estará constituido por gravas naturales limpias, sin aristas vivas, libre de material fino, materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias deleznales. La granulometría del material deberá estar comprendida entre 40 mm y 10 mm para la construcción de drenajes longitudinales al borde del pavimento, y entre 80 mm y 10 mm para el relleno de subdrenajes.

c) Tuberías de drenaje.

1. Tubos de Plástico o Similar

Las tuberías de drenaje se ajustarán a las características, diámetros y mínima superficie de filtración establecidos en el Proyecto. En su defecto, las tuberías deberán ser de pared lisa, de policloruro de vinilo (PVC), que cumplan, en lo pertinente, con lo establecido en la Sección 706, con respecto a los requisitos de fabricación y manejo, respectivamente.

Estos tubos se utilizarán en la construcción de drenajes longitudinales al borde del pavimento. A no ser que en los documentos del Proyecto se disponga de otra manera, su diámetro exterior mínimo deberá ser de 50 mm para el desagüe de una pista de camino y de mínimo 75 mm para el desagüe de dos pistas con bombeo único. Los tubos de 50 mm de diámetro exterior deberán disponer de ranuras perpendicularmente al eje en su mitad inferior, de mínimo 4 mm de ancho. Estas se ubicarán alternadas y separadas, aproximadamente en 10 cm por lado, de modo de asegurar una superficie de filtración no inferior a 28 cm²/m. Las ranuras de los tubos de 75 mm de diámetro exterior se construirán en la misma ubicación y con el mismo ancho y espaciamiento antes señalado, debiendo asegurar una superficie de filtración no inferior a 45 cm²/m. Estos mismos tubos, pero sin ranuras, se utilizarán para evacuar las aguas del drenaje longitudinal a través de la “berma” o espaldón hasta interceptar el talud del terraplén.

Los tubos de PVC también podrán ser instalados a lo largo de subdrenajes para deprimir la capa freática, cuando así se establezca en los documentos del Proyecto, ya que en general no son necesarios en este tipo de subdrenaje, a no ser que se trate de evacuar aguas subterráneas de escurrimiento constante y de abundante caudal. El diámetro de estas tuberías y la superficie de filtración variarán según el caso, debiéndose ajustar a lo establecido en los documentos del Proyecto. Estos tubos de PVC también se podrán instalar en los últimos tres metros de cada subdrenaje, para acelerar la descarga de las aguas captadas.

Cuando en los documentos del Proyecto se establezca la opción de poder emplear otra tubería de drenaje que no sea del tipo policloruro de vinilo (PVC), ésta deberá asegurar una superficie de filtración no inferior a las establecidas precedentemente para los tubos de PVC. Asimismo, su capacidad de evacuación será similar a la obtenida con tuberías de PVC, bajo condiciones iguales.

2. Tuberías de concreto sin refuerzo

Los tubos de concreto sin refuerzo se regirán por lo dispuesto en la Sección 706.

Similarmente a los tubos de plástico (PVC) descritos en la Subsección 654.02.(c)(1), los tubos de concreto sin refuerzo también se podrán instalar a lo largo de subdrenajes para disminuir el nivel freático, cuando sean requeridos para dicho efecto. Su diámetro y mínima superficie de filtración requerida según el caso, se ajustarán a lo establecido en los documentos del Proyecto. Asimismo, dichos tubos se podrán instalar en los últimos tres metros del término de cada subdrenaje.

Alternativamente, con previa autorización del Contratante también se podrán emplear otras tuberías de características similares, siempre que se cumpla con la mínima superficie de filtración y capacidad de evacuación requerida.

d) Concreto y acero para armaduras.

En todas las salidas de desagüe de los subdrenajes y drenajes longitudinales, se construirán protecciones de concreto reforzado que eviten la erosión. El concreto será de resistencia mínima de 210 kg/cm² y el acero de Grado 60, se regirán por lo establecido en las Secciones 552 y 709.

Requerimientos para la construcción

654.03 Procedimiento de trabajo.

a) Drenaje longitudinal al borde del pavimento.

Este tipo de drenaje se construirá a lo largo de ambos bordes exteriores de los pavimentos de concreto, cuando el camino dispone de calzada con doble bombeo y se encuentra en recta. En el caso de pavimentos de dos o más pistas con peralte en un solo sentido, el drenaje se construirá solamente en el lado bajo del peralte.

Los subdrenajes se construirán conforme a la ubicación y dimensiones señaladas en los planos del Proyecto.

El material en sitio donde se efectuarán las excavaciones deberá contar con una compactación mínima del 95 % de la densidad máxima teórica, determinada según el Método del Proctor Modificado, conforme a las normas AASHTO T 180 y ASTM D 1557, o el 80 % de la Densidad Relativa según el Método descrito en la norma ASTM D 2049. Debido a la poca profundidad del drenaje, las excavaciones se efectuarán y perfilarán preferentemente a mano, debiendo quedar los taludes y el fondo con superficies parejas y estables, sin material suelto. La pendiente longitudinal del fondo de la excavación será paralela al borde exterior del pavimento. Las excavaciones deberán ejecutarse en el sentido contrario al escurrimiento longitudinal de las aguas.

La tela tipo geotextil deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Subsección 654.02.(a). Su colocación, costurado o traslapes según corresponda, deberán cumplir, en lo pertinente, con lo establecido en la Sección 714.

El material permeable deberá cumplir con lo estipulado en la Subsección 654.02.(b) para este tipo de drenaje. Inmediatamente antes de colocar el material permeable en la zanja, la tela geotextil deberá encontrarse extendida, sin arrugas o bolsones de aire. El material permeable se colocará en la misma dirección en que se colocó la tela, o sea, en el sentido del escurrimiento longitudinal de las aguas.

Las tuberías de drenaje deberán cumplir con lo establecido en el Subsección 654.02(c) y se instalarán después de haber colocado entre 3 a 5 cm de material permeable en el fondo de la zanja. Los extremos de cada sección de tubería serán unidos con un pegamento recomendado por el fabricante de los tubos; éste deberá ser utilizado antes de su fecha de vencimiento. Una vez terminado el tendido de tuberías en un tramo, se procederá a rellenar la zanja con material permeable hasta su límite superior.

El material permeable deberá ser compactado con equipo manual a plena satisfacción del Contratante, y luego ser cubierto con la tela geotextil. Los trabajos de colocación de la tela geotextil, de la tubería y de los rellenos de la zanja, se deberán efectuar por tramos, los cuales deberán quedar terminados al final de la jornada, a no ser que el Contratante lo autorice de otra manera.

Se deberán instalar tuberías de descarga a lo largo del drenaje longitudinal, a distancias no superiores a 50 m entre sí, y además en todos los puntos bajos del

trazado. En sectores de corte donde no sea posible cumplir con esta exigencia, se deberá aumentar proporcionalmente la sección de la tubería longitudinal. Las tuberías de descarga serán de características similares a las utilizadas para el drenaje longitudinal, pero sin ranuras, y deberán desprenderse de aquel con un ángulo de 50 grados y descargar a través de las zonas de berma con una pendiente mínima de 5 %. Los rellenos de las zanjas se podrán efectuar con el mismo material previamente excavado. En cada terminal de salida, donde la tubería de descarga intersecta el talud del terraplén, se construirá una protección de concreto reforzado que evite la erosión del talud, el cual se ajustará a la forma y dimensiones señaladas en los documentos del Proyecto. El concreto y el acero deberán cumplir con lo establecido en Subsección 654.02.(d).

No se deberá transitar sobre las tuberías del drenaje longitudinal y sus descargas, hasta que no cuenten con un recubrimiento adecuado.

b) Subdrenaje.

Los subdrenajes se construirán en la ubicación señalada en los planos del Proyecto, en general, en la zona exterior de las bermas y a lo largo del camino en tramos de corte, para provocar un descenso de la capa freática bajo la plataforma del camino. También se considerarán en este ítem, los subdrenajes ubicados debajo de las calzadas y bermas, en disposición de “espina de pescado”, destinados al mismo fin de los anteriores.

Las excavaciones en terreno de cualquier naturaleza, excepto roca, se deberán efectuar en conformidad con lo dispuesto en la Sección 208, y a lo estipulado en las especificaciones especiales y reglamentos de seguridad ocupacional vigentes, procurando conservar los paramentos laterales tan verticales como lo permita el suelo. La profundidad y ancho de las excavaciones se ajustarán a lo indicado en los documentos del Proyecto. No obstante, el ancho de la zanja no será inferior a 0,50 m y la pendiente del fondo de la excavación no menor que 0,20 %. Las excavaciones deberán efectuarse en el sentido contrario al escurrimiento longitudinal de las aguas. Cuando por efectos de lluvia u otras causas inesperadas se formase lodo en el fondo de la zanja terminada, éste deberá ser retirado oportunamente hasta encontrar suelo firme y deberá ser reemplazado por material permeable o arena gruesa, por cuenta del Contratista, previo a proceder con las faenas de colocación de la tela geotextil.

Una vez aceptados los niveles y pendientes del sello de la excavación de la zanja, se procederá a colocar la tela tipo geotextil que cumpla con los requisitos establecidos en la Subsección 654.02.(a). Su colocación, costurado o traslapes, según corresponda, deberán cumplir en lo pertinente, con lo establecido en la Sección 714. La tela deberá quedar afianzada a las paredes de la zanja de manera de poder rellenarla con el material permeable señalado en la Subsección 654.02.(b), evitando que éste se contamine con materiales extraños.

Cuando se especifique en los documentos del Proyecto, se colocará una tubería a lo largo de la zanja del Subdrenaje. Esta aplicación se usará en general en los subdrenajes de tipo “espina de pescado”. La tubería, según su tipo, deberá cumplir con lo establecido en la Subsección 654.02.(c) y se asentará sobre una capa previamente colocada de material permeable de mínimo 5 cm de espesor. Una vez instalada la tubería, se procederá con el relleno de la zanja en la misma dirección en que se colocó la tela, o sea, en el sentido del escurrimiento longitudinal de las aguas hasta alcanzar el nivel superior establecido en los documentos del Proyecto.

El material permeable se compactará hasta alcanzar una densidad relativa no inferior al 70 %, medida según el Método descrito en la norma ASTM D-2049, y se podrá controlar por número de pasadas del equipo compactador a emplear, vibratorio o por impacto. Después de esta operación, se procederá a cubrir el material permeable con la tela geotextil, afianzándola mediante una costura o traslape transversal según corresponda; este último será de mínimo 0,30 m.

El material de relleno a colocar sobre el material permeable, hasta alcanzar las cotas de subrasante, deberá estar constituido por arena limpia y deberá quedar compactado como mínimo al 95 % de la densidad máxima teórica, determinada según el Método del Proctor Modificado, normas AASHTO T 180 y ASTM D 1557, o con una densidad relativa igual o superior al 80 % según el Método descrito en la norma ASTM D 2049. En los tramos de desagüe donde el subdrenaje se ubique fuera de la plataforma del camino, los 0,20 m superiores de la zanja se rellenarán con material arcilloso impermeable, el cual será compactado como mínimo al 90 % de la densidad máxima teórica, medida según el Método del Proctor Modificado, normas AASHTO T 180 y ASTM D 1557.

Los tramos finales de los subdrenajes se desviarán alejándolos del camino para evitar descargas de agua en las proximidades del terraplén. En el extremo final de cada subdrenaje se colocará una tubería colectora de las características establecidas en la Subsección 654.02.(c). El extremo de la tubería de mínimo 200 mm de diámetro y mínimo 3m de longitud, quedará empotrado en un muro de concreto reforzado de resistencia mínima de 210 kg/ cm² y con doble malla de acero de Grado 60. El acero consistirá en barras de diámetro 8 mm espaciados según lo indiquen los documentos del Proyecto en el sentido vertical y de diámetro 8 mm cada 20 cm en el sentido horizontal. El espesor del muro, sus alas laterales y base, tendrán un espesor mínimo de 0,20 m. Si estas especificaciones no satisfacen lo estipulado en el Código Sísmico de Costa Rica se deberá utilizar lo que dicho Código establezca. La altura y ancho del muro se ajustarán a lo señalado en los documentos del Proyecto. Se deberá asegurar la estabilidad del muro mediante la colocación de una estructura disipadora que evite la socavación.

La construcción de subdrenajes que atraviesen la plataforma del camino en sentido diagonal o transversal, se regirá por lo establecido para el Proyecto y en lo pertinente, a lo especificado anteriormente en esta Sección.

Los trabajos de colocación de la tela geotextil, de la tubería a lo largo de la zanja si corresponde y de los rellenos requeridos, se deberán efectuar por tramos, los cuales deberán quedar terminados al final de la jornada, a no ser que el Contratante lo autorice de otra manera. Mientras no sea cubierto el subdrenaje terminado con la capa superior según los documentos del Proyecto, el plano superior del Subdrenaje será protegido con polietileno u otro material impermeable que impida la infiltración de aguas superficiales que escurran sobre la plataforma del camino.

Los materiales, producto de las excavaciones y otros desechos, deberán ser transportados a escombreras autorizadas y disponerse en conformidad con lo señalado en la Sección 111 “Disposiciones ambientales generales”.

c) Medidas de Seguridad.

El Contratista, deberá cumplir en lo pertinente con lo establecido en la Sección 635 y en la Subsección 156.08.

654.04 Medición.

- a) Si dentro de la excavación requerida para la construcción de subdrenajes se encontrara una estratificación rocosa, según su definición en la Sección 204, el Contratista procederá a despejarla completamente. Antes de proceder con la excavación en roca, el Contratista deberá proporcionar al Contratante para su aprobación, los antecedentes sobre la ubicación, cotas del estrato y ubicaciones estimadas del material rocoso a remover. El volumen de remoción de material rocoso que sea aprobado por el Contratante, se cuantificará para efectos de pago en el renglón de pago correspondiente de la Sección 204. Este mismo volumen se descontará de las obras ejecutadas dentro del Proyecto a través del renglón de pago 204.16 (d), no efectuándose ningún pago por dicho volumen.
- b) En la construcción de subdrenajes, las excavaciones requeridas en la presente Sección se efectuarán, incluso con agotamiento cuando fuere necesario, no considerándose ningún pago adicional por dicho efecto. Además de las excavaciones requeridas para cumplir con la sección tipo del Proyecto, se incluyen, cuando corresponda, las necesarias para mantener la mínima pendiente de 0,20 % a lo largo de la zanja, incluso las requeridas para la construcción de los muros de desagüe. Los rellenos con material permeable, arena limpia o suelo arcilloso impermeable, serán los necesarios para alcanzar las cotas de la plataforma o del terreno natural, según corresponda.

- c) Cualquier daño producido a las obras por efecto de derrame de canales, precipitaciones u otras causas, deberá ser reparado por cuenta del Contratista a entera satisfacción del Contratante.

654.05 Pago.

- a) Drenajes longitudinales al borde del pavimento.

Este reglón de pago deberá desagregarse en las subpartes necesarias de manera que permita agrupar la construcción de drenajes por características iguales. Este ítem incluye las excavaciones necesarias para conformar la zanja a lo largo del borde del pavimento, incluso las excavaciones requeridas para instalar las tuberías en las zonas de berma y las necesarias para la construcción de muros de desagüe. El ítem incluye además, la compactación del sello de todas las excavaciones, el suministro y colocación de la tela geotextil, el suministro y colocación de las tuberías longitudinales y laterales de desagüe, grifería necesaria, el material permeable y demás rellenos necesarios, los muros de desagüe de concreto reforzado, y toda otra actividad o trabajo que sea necesario para cumplir con lo especificado en esta Sección.

Se cuantificará por metro (m) de drenaje longitudinal construido a lo largo de cada borde del pavimento. Su medición se efectuará a lo largo del eje de las tuberías y grifería, en la longitud requerida por los documentos del Proyecto y aprobada por el Contratante. No habrá medición para efectos de pago, respecto de las tuberías laterales de desagüe que sean requeridas a través de las bermas, ni por la construcción de muros de concreto reforzado en cada desagüe.

- b) Construcción de subdrenajes.

Este punto deberá desagregarse en las subpartes que sean necesarias de manera de agrupar los subdrenajes por características iguales. En este ítem se incluye todas las excavaciones necesarias para conformar la zanja en terreno de cualquier naturaleza, el suministro y colocación de la tela tipo geotextil, el suministro y colocación de las tuberías a lo largo de la zanja si corresponde, el material permeable y demás rellenos especificados. Se incluye además, la colocación de la tubería de mínimo 3m de longitud y el correspondiente muro de desagüe de concreto armado en cada terminal, y demás actividades y trabajos requeridos para cumplir con lo especificado en esta Sección.

Se cuantificará por metro (m) lineal de subdrenaje terminado, y su medición se efectuará a lo largo del eje de la zanja hasta la cara exterior del muro de desagüe, en la longitud requerida por el Proyecto y aprobada por el Contratante. Los subdrenajes diagonales o transversales que sean necesarios, también se medirán para efectos de pago de la misma manera antes señalada. Las eventuales excavaciones en roca se regirán por lo establecido la Subsección 654.04.

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.654.01	Sistema de subdrenaje estándar	Metro Lineal	(m)
CR.654.02	Sistema de subdrenaje con geotextil	Metro Lineal	(m)
CR.654.03	Sistema de subdrenaje con geocompuesto	Metro Lineal	(m)
CR.654.04	Sistema de drenaje longitudinal en borde de pavimento	Metro Lineal	(m)
CR.654.05	Sistemas de drenaje horizontal	Metro Lineal	(m)
CR.654.06	Sistema de cama filtrante	Metro cuadrado	(m2)
CR.654.07	Tubería colectora de ____mm	Metro Lineal	(m)
CR.654.08	Tubería de salida de ____mm	Metro Lineal	(m)
CR.654.09	Relleno granular	Metro cúbico	(m3)
CR.654.10	Arena	Metro Lineal	(m)

Sección 706.) TUBERÍAS DE CONCRETO Y DE PLÁSTICO

706.01 Tuberías de concreto sin refuerzo.

Satisfacer los requisitos conforme a lo especificado en AASHTO M 86M, para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

706.02 Tuberías de concreto reforzado.

Satisfacer los requisitos conforme a lo especificado en AASHTO M 170M para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos. Para tubería premoldeada de concreto reforzado, las secciones finales se rigen por las especificaciones citadas, según corresponda.

706.03 Tuberías perforadas de concreto.

Esta tubería deberá satisfacer los requisitos de las especificaciones AASHTO M 175M tipos 1 y 2 y AASHTO M 86M, para diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

706.04 Tuberías de arco de concreto reforzado.

Satisfacer los requisitos conforme a lo especificado en AASHTO M 206M, para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos, debiendo cumplir con lo establecido en el Decreto Ejecutivo N° 18006-MEC o su versión actualizada.

Satisfacer los requisitos conforme a lo especificado en AASHTO M 206M, para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

706.05 Tuberías de arco elíptico de concreto reforzado.

Satisfacer los requisitos conforme a lo especificado en AASHTO M 207M, para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

706.06 Tuberías de concreto reforzado para cargas tipo D.

Satisfacer los requisitos conforme a lo requerido en AASHTO M 242M, para los diámetros especificados.

706.07 Secciones prefabricadas de concreto reforzado para alcantarillas de caja.

Deben prefabricarse conforme a lo requerido en AASHTO M 259 o AASHTO M 273M, según corresponda, para dimensiones, cargas y condiciones especificadas.

706.08 Tubería plástica.

Esta tubería deberá satisfacer los requisitos para tubería plástica perforada y no perforada, según los tipos y tamaños especificados a continuación.

Las uniones de ajuste deben cumplir con ASTM D 3212.

(a) Pared lisa de polietileno. Tubería fabricada con diámetros de 300 a 1050 milímetros que satisfaga las normas ASTM F 714 y calibres mínimos especificados, ASTM D 3350 y 335434 C.

(b) Pared corrugada de polietileno. Tubería fabricada en diámetros de 300 a 1200 mm según AASHTO M 294. Para aplicaciones sanitarias, se fabricarán los tubos de acuerdo a AASHTO M 294, tipo S, con uniones de ajuste impermeable.

(c) Pared perfilada (ribbed) de polietileno. Tubería fabricada con diámetros de 450 a 1200 mm de diámetro, que satisfaga ASTM F 894, con calibre mínimo especificado, según ASTM D 3350, 334433C ó 335434C.

(d) Corrugada de polietileno para drenajes. Tubería fabricada con diámetros de 75 a 250 milímetros, que satisfaga AASHTO M 252.

(e) Pared lisa de cloruro de polivinil. Tubería fabricada con diámetros de 100 a 375 milímetros, que satisfaga AASHTO M 278, y el calibre mínimo especificado, ASTM D 1784, 12454 ó 12364. Para aplicaciones en desechos sanitarios, deberá cumplir con ASTM D 3034.

(f) Pared perfilada (ribbed) de cloruro de polivinil. Tubería fabricada con diámetros de 100 a 1200 mm, que deberá satisfacer AASHTO M 304 y el calibre mínimo especificado, ASTM D 1784, 1254C ó 12364C. Para aplicaciones en desechos sanitarios, será conforme a ASTM F 794 ó F 949.

(g) Tuberías de Acrilonitril-butadino-estireno (ABS). Debe fabricarse conforme lo especificado en AASHTO M 264. Para tubo perforado conforme se cumplirá AASHTO M 278.

Sección Nueva

Sección 261.) DOVELAS PARA ROCA (PASADORES DE FIJACIÓN)

Generalidades

Las dovelas para roca se utilizan para estabilizar bloques claves de roca o para fortalecer masas de piedra, proveyendo así un soporte inicial adicional.

261.01 Descripción.

Este trabajo consiste en el suministro e instalación de dovelas para roca.

261.02 Materiales.

Conformes con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto	601
Lechada	722.02 (e)
Acero de refuerzo	709.01 (b)
Concreto lanzado	566

Suministrar el acero de refuerzo par alas dovelas en la forma de varillas deformadas o barras con rosca.

Requisitos de Construcción

261.03 General.

Instale dovelas en los lugares y a las profundidades mostradas en los planos o indicadas por el Ingeniero.

261.04 Perforaciones.

Perfore agujeros para las dovelas perpendiculares a la superficie de la roca soportante y tan cerca como sea posible de la roca que va a ser soportada. Perfore los agujeros para las dovelas un mínimo de 25 mm mayores que el diámetro de la dovela.

261.05 Instalación.

Llene parcialmente el agujero de la dovela con lechada. Coloque y centre la dovela en el agujero perforado. Inyecte suficiente lechada para llenar el remanente del agujero. Encajone el tramo de la dovela que sobresale del agujero

con una cantidad suficiente de concreto lanzado, o colocado y presionado a mano, para encapsular completamente la dovela y llenar el espacio entre la dovela y la superficie de la roca a ser soportada. Coloque formaletas según sea necesario para contener el concreto lanzado hasta que endurezca.

261.06 Aceptación.

El material para las dovelas será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La instalación de las dovelas será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04.

261.07 Medición.

Mida los renglones enumerados en la Sección 261 y listados en la oferta de acuerdo con la Subsección 110.02.

261.08 Pago.

Las cantidades aceptadas serán pagadas a los precios del contrato por unidad de medida según los renglones de pago listados en la Sección 261 y en la oferta. El pago será la compensación total para el trabajo prescrito en esta Sección. Vea la Subsección 110.05.

El pago será hecho bajo los siguientes renglones:

Renglón de pago		Unidad de medida	
CR.261.01	Dovelas para roca	Metro Lineal	(m)

Subsecciones a Actualizarse

702.01 Asfalto

- 1. Requisitos de especificación para la aceptación de ligantes asfálticos.** Los ligantes asfálticos se clasifican por grado de viscosidad o por grado de desempeño.
- 2. Clasificación del asfalto por grado de viscosidad.** Los ensayos y las especificaciones que se incluyen en la clasificación por grado de viscosidad del asfalto se muestran en la Tabla 702-01A y en la Tabla 702-01B.

Tabla 702-01 A
Especificaciones para asfaltos clasificados por su viscosidad a 60 °C

Parámetro	Método o ASTM	Grado de viscosidad					
		AC-2.5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30	AC-40
Viscosidad, 60 °C (N.s/m ²)	D-2171	250 ±50	500±100	1000±200	2000±400	3000 ±600	4000±800
Viscosidad, 135°C, (mm ² /s), mínimo	D-2170	80	110	150	210	250	300
Penetración, 25°C, 100 g, 5 s, (1/10 mm), mínimo	D-5	200	120	70	40	30	20
Punto de inflamación, Cleveland Copa Abierta, (°C), mínimo	D-92	165	175	220	230	230	230
Solubilidad en tricloroetileno, (%), mínimo	D-2042	99	99	99	99	99	99
Pruebas sobre residuo del ensayo de horno de película delgada (ASTM D-1754)							
Viscosidad, 60 °C (N.s/m ²), máximo	D-2171	1250	2500	5000	10000	15000	20000
Ductilidad, 25°C, 5 cm /min (cm), mínimo	D-113	100 ^A	100	50	20	15	10

^A Si la ductilidad es menor que 100, se puede aceptar el material si la ductilidad a 15,5 °C es como mínimo 100 a una tasa de 5 cm/min. **Fuente:** Tabla 1A Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 75.01.22:04

Tabla 702-01 B

Especificaciones para asfaltos Clasificados por su Viscosidad a 60°C

Parámetro	Método o ASTM	Grado de viscosidad					
		AC-2.5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30	AC-40
Viscosidad, 60 °C (N.s/m ²)	D-2171	250 ±50	500±100	1000±200	2000±400	3000 ±600	4000±800
Viscosidad, 135°C, (mm ² /s), mínimo	D-2170	125	175	250	300	350	300
Penetración, 25°C, 100 g, 5 s, (1/10 mm), mínimo	D-5	220	140	80	60	50	40
Punto de inflamación, Cleveland Copa Abierta, (°C), mínimo	D-92	163	177	219	232	232	232
Solubilidad en tricloroetileno, (%), mínimo	D-2042	99	99	99	99	99	99
Pruebas sobre residuo del ensayo de horno de película delgada (ASTM D-1754)							
Viscosidad, 60 °C (N.s/m ²), máximo	D-2171	1250	2500	5000	10000	15000	20000
Ductilidad, 25°C, 5 cm /min, (cm), mínimo	D-113	100 ^A	100	75	50	40	25

^A Si la ductilidad es menor que 100, se puede aceptar el material si la ductilidad a 15,5 °C es como mínimo 100 a una tasa de 5 cm/min. **Fuente:** Tabla 1B Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 75.01.22:04

3. La Tabla 702-01B se aplica a asfaltos con una susceptibilidad a la temperatura menor que los especificados en la Tabla 702-01A.
4. Adicionalmente, deberá cumplirse con lo especificado en la Norma RTCR 248 Productos del Petróleo Ligantes Asfálticos N°26501-MEIC-MOPT y sus reformas.
5. Los ensayos y las especificaciones que se incluyen en la **clasificación por grado de desempeño** del asfalto se muestran en la Tabla 702-03.
6. La temperatura de mezclado y compactación deberá ser la que indique el fabricante.
7. Si se va a clasificar el asfalto por PG se deberá estimar la densidad del asfalto a 25 °C (ASTM D-70).
8. Adicionalmente, se debe cumplir con los parámetros que se detallan en la Tabla 702-02.

Tabla 702-02
Especificaciones Adicionales de Asfalto

Parámetro	Método	Especificación	Cálculo
Índice de estabilidad coloidal (adimensional)		0,6 Máximo	Índice de inestabilidad coloidal = [asfáltenos (%) + saturados (%)] / [resinas (%) + aromáticos (%)]
Contenido de ceras, %	ASTM UOP-Met- 46	3,0 Máximo	
Razón de viscosidades (adimensional)		3,0 Máximo	Razón de viscosidades= [viscosidad absoluta a 60 °C para residuo TFOT (Poise)] / [viscosidad absoluta a 60 °C para asfalto original (Poise)]
Índice de susceptibilidad térmica VTS		3,3 a 3,9	$VTS = 11,3358 * [\log [\log$ (viscosidad absoluta a 60 °C (cPoise)) – log [log (viscosidad absoluta a 135 °C (cPoise))]
Pérdida de masa por calentamiento en el horno rotatorio de película delgada (RTFO), %	ASTM D- 2872	1,0 Máximo	

Fuente: Norma RTCR 248:1997 Productos del Petróleo Cementos Asfálticos N°26501-MEIC-MOPT Gaceta N° 236 del 8 de diciembre de 1997

Tabla 702-03

Especificaciones para asfaltos clasificados por Grado de Desempeño

Característica	Grado de Desempeño						
	PG 46	PG 52	PG 58	PG 64	PG 70	PG 76	PG 82
	-34 -40 -46	-10 -16 -22-28 -34 -40 -46	-16 -22 -28 -34 -40	-10- 16 -22 -28 - 34 -40	-10 -16 -22-28 -34 -40	-10 -16- 22 -28-34	-10-16-22 -28-34
Promedio 7-días Temperatura Máxima de Diseño de Pavimento (°C)	<46	<52	<58	<64	<70	<76	<82
Temperatura Mínima de Diseño de Pavimento ¹⁾ (°C)	>-34 >-40>-46	>-10>-16>-22 >-28>-34 >-40 >-46	>-16>-22 >-28>-34 >-40	>-10>-16 >-22 >-28>-34 >-40	>-10>-16 >-22>-28>-34 >-40	>-10>-16 >-22 >-28 >-34	>-10>-16 >-22>-28 >-34
Asfalto Original							
Temperatura de Punto de Inflamación, mínima (°C)	230						
Viscosidad, 3 Pa.s, Temperatura de Ensayo, máxima (°C)	135						
Módulo de Rigidez al cortante: ²⁾ G*/senδ, mín. 1,00 kPa, Plato de 25 mm, Abertura de 1 mm, Temp. de Ensayo a 10 rad/s (°C)	46	52	58	64	70	76	82
Horno Rotatorio de Película Delgada Vertical (Método de Prueba ASTM D-2872)							
Pérdida de Masa, máxima (%)	1,0						
Módulo de Rigidez al cortante : G*/senδ, mín. 2,20 kPa, Plato de 25 mm, Abertura de 1 mm, Temp. de Ensayo a 10 rad/s (°C)	46	52	58	64	70	76	82
MSCR, AASHTO TP 70: Tránsito Grado "S" J _{nr3.2} máx. 4.0 kPa ⁻¹ J _{nrdiff} máx 75% Temperatura de ensayo, °C	46	52	58	64	70	76	82
MSCR, AASHTO TP 70: Tránsito Grado "H" J _{nr3.2} máx. 2.0 kPa ⁻¹ J _{nrdiff} máx 75% Temperatura de ensayo, °C	46	52	58	64	70	76	82
MSCR, AASHTO TP 70: Tránsito Grado "V" J _{nr3.2} máx 1.0 kPa ⁻¹ J _{nrdiff} máx 75% Temperatura de ensayo, °C	46	52	58	64	70	76	82
Residuo de Recipiente para Envejecimiento a Presión (AASHTO PP1)							
Temperatura de Envejecimiento PAV ³⁾	90	90	100	100	100 (110)	100 (110)	100 (110)

Módulo de Rigidez al Cortante G*/senδ, máx. 5000 kPa, Plato de 8 mm, 2 mm de Abertura, Temp. de Ensayo a 10 rad/s (°C) Tránsito Grado "S"	10 7 4	25 22 19 16 13 10 7	25 22 19 16 13	31 28 25 22 19 16	34 31 28 25 22 19	37 34 31 28 25	40 37 34 31 28
G*/senδ, máx. 6000 kPa, Plato de 8 mm, 2 mm de Abertura, Temp. de Ensayo a 10 rad/s (°C) Tránsito Grado "H" y "V"	10 7 4	25 22 19 16 13 10 7	25 22 19 16 13	31 28 25 22 19 16	34 31 28 25 22 19	37 34 31 28 25	40 37 34 31 28
Resistencia a la Fluencia a Bajas Temperaturas: ⁴⁾ S, máx. 300 MPa, valor m: mín. 0,300, Temp. de Ensayo en 60 s (°C)	-24 -30 -36	0 -6 -12 -18 -24 -30 -36	-6 -12 -18 -24 -30	0 -6 -12 -18 -24 -30	0 -6 -12 -18 -24 -30	0 -6 -12 -18 -24	0 -6 -12 -18 -24
Tensión Directa: ⁴⁾ Falla de Deformación, mín. 1,0 %, Temp. de Ensayo a 1,0 m/minuto (°C)	-24 -30 -36	0 -6 -12 -18 -24 -30 -36	-6 -12 - 18 -24 -30	0 -6 -12 -18 -24 -30	0 -6 -12 -18 -24 -30	0 -6 -12 -18 -24	0 -6 -12 -18 -24

1) Las temperaturas del pavimento se estiman por medio de las temperaturas del aire de acuerdo con el método Superpave.

2) Para control de calidad de la producción de ligante asfáltico sin modificar, la medida de viscosidad del ligante asfáltico original puede sustituir a las medidas de cizalla dinámica de G*/senδ en las temperaturas de ensayo donde el asfalto es un fluido Newtoniano. Se puede utilizar cualquier norma adecuada para medir la viscosidad, incluyendo viscosímetro capilar o rotacional (Métodos de Ensayo ASTM D-2170 ó D-2171).

3) La temperatura de envejecimiento PAV (Recipiente para Envejecimiento a Presión) se basa en condiciones climáticas simuladas y es una de estas tres temperaturas 90 °C, 100 °C o 110 °C. La temperatura de envejecimiento PAV es 100 °C para PG 64 y grados superiores, excepto para climas desérticos donde es 110 °C.

4) Si la dureza a la deformación gradual es menor que 300 MPa, no se requiere el ensayo de tensión directa. Si la dureza a la deformación está entre 300 y 600 MPa el requerimiento de falla de deformación de la tensión directa se puede utilizar en lugar del requerimiento del esfuerzo a la fluencia. El requerimiento del valor m se debe satisfacer en ambos casos.

Tránsito Grado "S": tránsito menor a 10 millones de ejes equivalentes y velocidades mayores a 70 km/h

Tránsito Grado "H": tránsito entre 10 millones y 30 millones de ejes equivalentes y velocidades entre 20 km/h y 70 km/h

Tránsito Grado "V": tránsito mayor 30 millones de ejes equivalentes y velocidades menores a 20 km/h

Fuente: Tabla 1A Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 75.01.22:04, AASHTO Designación M 320 y MP 19.

702.02 Asfalto Modificado

1. La Administración definirá las características de aceptación correspondientes al asfalto modificado para mejorar desempeño, de acuerdo con las necesidades del proyecto. Lo anterior de conformidad con las especificaciones establecidas en la Tabla 702-03. Adicionalmente, se deben cumplir con los requisitos que se establecen en la Tabla 702-04.

Tabla 702-04.
Especificaciones para el asfalto modificado

Parámetro	Norma	Especificación
Recuperación elástica	ASTM D 6084	50 % mínimo ⁽¹⁾ a las 24 horas
Punto de ablandamiento	ASTM D 36	Aumentar en 5 °C máximo

⁽¹⁾ En el ensayo de recuperación elástica se recomienda, posterior a la modificación de asfalto, dejar la muestra en reposo de 24 horas, de manera que se permita potenciar el efecto del aditivo modificador en las propiedades reológicas del asfalto. **Fuente:** LanammeUCR 2013

2. Los aditivos deben cumplir con lo que se establece en la subsección 702.09 y el encargado del proceso de modificación debe demostrar con los ensayos que corresponda, que el asfalto modificado cumple con las especificaciones requeridas.
3. La temperatura de mezclado y compactación deberá ser la que el fabricante o algún instituto técnico especializado recomiende.

702.09 Aditivos

Los aditivos se clasifican según su función de la siguiente forma:

Aditivos modificadores

1. Estos aditivos se adicionan al asfalto para modificar sus propiedades físicas y reológicas y disminuir su susceptibilidad a la temperatura, a la humedad y a la oxidación.
2. Los aditivos deben ser incorporados al asfalto mediante un sistema de agitación o mezclado que garantice una correcta disolución del aditivo en el asfalto, antes de ser mezclados con los agregados. El proveedor del aditivo debe aportar y certificar la siguiente información:
 - (a) Nombre de material (marca, nombre genérico y la identificación química)
 - (b) Fabricante (compañía, dirección, número de teléfono, país)
 - (c) Propiedades físicas del material
 - (d) Hoja de seguridad del material
 - (e) Indicar las propiedades que mejora el aditivo en el asfalto.
 - (f) Instrucciones de uso específicas: dosis, método de adición (temperatura y tiempo de mezclado) y restricciones de uso.

Aditivos Mejoradores de Adherencia

1. Estos aditivos se incorporan al asfalto con el fin de mejorar la adherencia del asfalto al agregado, para los cuáles se tiene las siguientes opciones:
 - Líquidos. Producto comercial de alta estabilidad al calentamiento, que cuando es incorporado en el asfalto favorece las propiedades químicas y físicas apropiadas para minimizar la separación del ligante asfáltico y el agregado en la mezcla.
 - Cal. Existen dos tipos de cal utilizados para reducir la susceptibilidad al agua en mezclas asfálticas. Debe cumplir con lo que se establece en la Tabla 702-11.
 - (a) Tipo I. Cal hidratada con alto contenido de calcio. La composición química debe determinarse con la norma AASHTO T 219 y el óxido de magnesio se determina con la norma ASTM C 25.
 - (b) Tipo II. Magnesio o cal dolomítica que contiene magnesio. La composición química debe determinarse con la norma ASTM C 25.

Tabla 702-11
Especificaciones para la cal

Typo Cal	Parámetro	Norma	Especificación
I	Magnesio, calculado como óxido de magnesio	ASTM C25	4 % máximo
II		ASTM C25	Entre 4 % - 36 %
I y II	Contenido total de cal activa (masa de $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CaO}^*$), %	AASHTO T29	90 % mínimo

	m/m		
	Contenido de cal no hidratada (masa de CaO), % m/m	AASHTO T29	7 % máximo
	Contenido de agua libre(masa de H ₂ O), % m/m	AASHTO T29	3 % máximo
	Residuo retenido en malla 600 µm (N° 30)	AASHTO T 29	3,0 % máximo
	Residuo retenido en malla 75 µm (N° 200)	AASHTO T 29	20 % máximo
II (se ensaya con la norma ASTM C 25)	Contenido óxido de calcio y de magnesio como residuo de ignición% m/m **	ASTM C25	96% mínimo
	Dióxido de carbono, %	ASTM C25	4 % máximo
	Óxido de calcio no hidratado de H ₂ O), % m/m	ASTM C25	7 % máximo

Fuente: AASHTOM 303 Standard Specification for Lime for Asphalt Mixtures

Notas:

*El porcentaje de óxido de calcio no debe exceder el 7%

**La ignición a masa constante debe realizarse usando un horno eléctrico de mufla que opere entre 1000 °C y 1100 °C

(c) El muestreo de la cal para los ensayos indicados anteriormente se debe realizar de acuerdo con la norma AASHTO T 218

Agentes rejuvenecedores o de reciclado

1. El agente rejuvenecedor es un material orgánico cuyas características químicas y físicas tienen el propósito de devolverle al asfalto envejecido las condiciones necesarias para el buen comportamiento de la nueva mezcla.
2. El fabricante debe indicar la dosificación y las condiciones de dispersión del agente rejuvenecedor.

3. Los agentes rejuvenecedores de menor viscosidad se pueden utilizar para asfaltos reciclados de viscosidad alta.
4. Los agentes rejuvenecedores de alta viscosidad se pueden utilizar en asfalto reciclados de viscosidad baja.
5. Los agentes rejuvenecedores para mezclas asfálticas calientes se clasifican como se establece en la Tabla 702-12.

Tabla 702-12

Propiedades físicas de los agentes rejuvenecedores de mezclas asfálticas

Parámetro	Método	Grado de viscosidad					
		RA 1	RA 5	RA 25	RA 75	RA 250	RA 500
Viscosidad, 60 °C (mm ² /s)	ASTM D-2171	50-175	176-900	901-4500	4501-12 500	12 501-37 500	37 501 – 60 000
Punto de inflamación, Cleveland Copa Abierta, (°C)	ASTM D-92	129 mín.	129 mín.	129 mín.	129 mín.	129 mín.	129 mín.
Solubilidad en tricloroetileno, (%)	ASTM D-2007	30 máx.	30 máx.	30 máx.	30 máx.	30 máx.	30 máx.
Pruebas sobre residuo del ensayo de horno sobre película delgada (TFO ASTM D-1754 o RTFO ASTM D-2872)							
Razón de Viscosidad	D-1754	3 máx.	3 máx.	3 máx.	3 máx.	3 máx.	3 máx.
Cambio de masa (%)	D-1754	4 máx.	4 máx.	4 máx.	4 máx.	4 máx.	4 máx.
Gravedad específica	ASTM D 70 ó ASTM D1298	Reportar	Reportar	Reportar	Reportar	Reportar	Reportar

Nota. Estos requisitos deben ser cumplidos por el asfalto extraído de la mezcla asfáltica a reciclar combinado con el agente rejuvenecedor. La combinación debe estar conforme con la razón entre agente rejuvenecedor y asfalto recuperado usado en la mezcla. La mezcla resultante debe cumplir con el grado de viscosidad apropiado grado de desempeño establecido en el diseño. **Fuente:** Tabla 1 ASTM D 4552

6. Los agentes rejuvenecedores RA 1, RA 5, RA 25, y RA 75 se deben usar cuando el asfalto recuperado no supera el 25% del agregado nuevo adicionado, caso contrario se deben usar los agentes rejuvenecedores RA 250 y RA 500.
7. Todos los agentes rejuvenecedores deben ser homogéneos y fluir libremente a las temperaturas de bombeo.

703.01 Agregados finos

Deberán estar conforme lo especificado en las Tablas 703-1 ó 703-2 según corresponda.

703.01.1 Arena natural de río.

Los agregados finos procedentes de río deberán cumplir con todo lo especificado en la Tabla 703-1.

Tabla 703-1
Especificaciones para arena de río

Agregados finos para concreto hidráulico	INTE 06-01-02	1. Graduación (INTE 06-02-09 / INTE 06-02-12)	
		Malla	% pasando
		9,5 mm	100
		4,75 mm (No.4)	95-100
		2,36 mm(No.8)	80-100
		1,18 mm(No.16)	50-85
		600 µm (No.30)	25-60
		300 µm (No.50)	10-30
		150 µm (No.100)	2-10
		75 µm (No.200)	0-3
		2. Módulo de finura (MF) entre 2,3 y 3,1	
		3. Material pasando malla de 75 µm puede ser aumentado a un 5% en concreto hidráulico no sujeto a la abrasión.	
		4. Sanidad - Durabilidad en 5 ciclos con SO_4Na^2 (INTE-06-02-24), máximo 10% de pérdida	
		5. Equivalente de arena(AASHTO T 176) 70 %mínimo	
		6. Impurezas orgánicas (INTE-06-02-22)- más claro que el color patrón	
		7. Si no cumple impurezas orgánicas debe revisarse la resistencia relativa a los 7 días (INTE 06-02-23) no sea menor al 95%	
		8. Terrones de arcilla y partículas deleznable (INTE-06-02-28) 3% máximo	
		9. Absorción de azul de metileno(ASTM C-1777) máximo 10 gcol /kg	
		10. Carbón y lignito(INTE 06-02-26) 1% máximo	

Nota: No se deben utilizar agregados finos alternativos naturales (de origen volcánico) para elementos de concreto hidráulico, estructurales o no, expuestos a ambientes agresivos, así como elementos sujetos a abrasión mecánica (pisos industriales y pavimentos) o cualquier elemento de concreto hidráulico sometido a exposición agresiva.

703.01.2 Arenas manufacturadas

Los agregados finos procedentes de arenas manufacturadas son materiales procedentes del quebrado de roca y deben cumplir con los límites y especificaciones que se dan a continuación:

Tabla 703-2

Especificaciones para arena manufacturada

Agregados finos para concreto hidráulico	INTE 06-01-02	1. Graduación (INTE 06-02-09 / INTE 06-02-12)	
		Malla	% pasando
		9,5 mm	100
		4,75 mm (No.4)	80-100
		2,36 mm (No.8)	60-100
		1,18 mm (No.16)	40-85
		600 µm (No.30)	20-60
		300 µm (No.50)	10-45
		150 µm (No.100)	0-30
		75 µm (No.200)	0-18
		2. Módulo de finura (MF) entre 2,0 y 3,5	
		3. Sanidad - Durabilidad en 5 ciclos con SO ₄ Na ² (INTE-06-02-24), % de pérdida 10% máximo	
	4. Equivalente de arena (AASHTO T 176) = 60 % mínimo		
	5. Impurezas orgánicas(INTE-06-02-22) = más claro que el color patrón		
	6. Si no cumple impurezas orgánicas debe revisarse la resistencia relativa a los 7 días (INTE 06-02-23) no sea menor al 95%		
	7. Terrones de arcilla y partículas deleznales (INTE-06-02-28) 3% máximo		
	8. Índice de plasticidad No Plástico		
	9. Carbón y lignito (INTE 06-02-26) 1% máximo		
	UNE-EN 933.9 ASTMC-1777	10. Absorción de azul de metileno máximo 10 gcol /kg	
	ASTM D422	11. Fracción fina menor a 2 µm especificación 6% máximo	

703.02 Agregados gruesos

La graduación del agregado grueso debe cumplir con los requisitos de graduación INTE 06-01-02 de la Tabla 703-3 y las especificaciones de la Tabla 703-4.

Tabla 703-3

Granulometría para los agregados gruesos

Número del tamaño	Tamaño nominal del agregado	Material que pasa uno de los siguientes tamices (porcentaje en masa)												
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,36 mm	1,18 mm
1	90 mm a 37,5 mm	100	90-100	-	25-60	-	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37,5 mm	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25,0 mm	-	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-
357	50 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5	-	-
4	37,5 mm a 19,0 mm	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-	-
467	37,5 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-	-
5	25,0 mm a 12,5 mm	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-10	0-5	-	-	-
56	25,0 mm a 9,5 mm	-	-	-	-	-	100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5	-	-
57	25,0 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5	-
6	19,0 mm a 9,5 mm	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	0-5	-	-
67	19,0 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5	-
7	12,5 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5	-
8	9,5 mm a 2,36 mm (No.8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0-10	0-5

Tabla 703-4

Especificaciones para el agregado grueso

Agregados gruesos para concreto hidráulico	INTE 06-01-02	1. Abrasión en prueba de los ángeles (INTE 06-02-27)40% máximo
		2. Sanidad - Durabilidad en 5 ciclos con SO_4Na^2 (INTE-06-02-24), % de pérdida 12% máximo
		3. Terrones de arcilla y partículas deleznales (INTE-06-02-28) concreto hidráulico arquitectónico y losas de puentes y pavimentos 3%. Otros concreto hidráulicos 5% máximo
		4. Material pasando malla de 75 μm 1% máximo agregado que no tiene arcilla o pizarra se pueda aumentar a 1,5%
		5. Pizarras o esquistos con peso específico menor a 2,4 3% máximo

703.05 Agregado para capas de sub-base y base

A) Subbase

El material de subbase debe consistir en partículas duras y durables grava o piedra triturada, escoria, tobas que no contendrán raíces y restos vegetales, además de cumplir con los siguientes requisitos:

1. Granulometría

El material de base granular debe cumplir con alguno de los siguientes tipos de granulometrías:

Tabla 703-6
Tipos de Granulometrías a usar para las Subbases

Graduación AASHTO T11 y T-27	A	B
Tamiz	% pasando	
63 mm	100	-
50 mm	97-100	100
37,5 mm	-	97 – 100
25 mm	65-79 (± 5)	-
19 mm	-	-
12,5 mm	45-59 (± 5)	-
4,75 mm (No.4)	28-42 (± 5)	-
425 μ m (No.40)	9-17 (± 4)	40 – 60 (± 4)
75 μ m (No. 200)	4-8 (± 3)	4-12 (± 3)

Nota: Los números de cada banda corresponden a los valores máximos o mínimos permisibles. Los números entre paréntesis corresponden a las desviaciones máximas admisibles respecto al porcentaje pasando que resulte de la granulometría del material propuesto por el contratista y aprobado por la Administración. En caso de que esta desviación supere el límite inferior o superior de cada banda de la especificación, entonces la desviación permisible para cada tamaño no podrá exceder el límite máximo o mínimo especificado para cada tamiz.

2. Límites de Atterberg

Límite Líquido (material pasando la malla #40) AASHTO T-89 = 30 % máximo

Índice Plástico (material pasando la malla #40) AASHTO T-90 = 7 % máximo

3. CBR con Proctor modificado (AASHTO T-180)

Capacidad soportante CBR = 30 % mínimo a una densidad del 97 % del Proctor AASHTO T 180

B) Base

El material de base granular debe consistir de piedra o grava triturada y no contendrán partículas elongadas, raíces y restos vegetales, y debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. Granulometría

El material de base granular debe cumplir con alguno de los siguientes tipos de granulometrías:

Tabla 703-7
Tipos de Granulometrías a usar para las Bases Granulares

Graduación AASHTO T11 y T-27	C	D	E
Tamiz	% pasando		
50,8 mm	100	-	-
38,1 mm	-	-	-
25,4 mm	80 – 100 (±6)	100	-
19,0 mm	64 – 94	86 – 100 (±6)	100

9,5 mm	40 – 69 (± 5)	51 – 82 (± 6)	62 – 90 (± 6)
4,75 mm (No.4)	31 – 54 (± 6)	36 – 64 (± 6)	46 – 74 (± 6)
2,00 mm (No.10)	-	-	-
0,5 mm (N°35)	-	-	-
425 μ m (No.40)	-	12 – 26 (± 4)	12 – 26 (± 4)
75 μ m (No. 200)	4.0 – 7.0 (± 3)	4.0 – 7.0 (± 3)	4.0 – 7.0 (± 3)

Nota: Los números de cada banda corresponden a los valores máximos o mínimos permisibles. Los números entre paréntesis corresponden a las desviaciones máximas admisibles respecto al porcentaje pasando que resulte de la granulometría del material propuesto por el contratista y aprobado por la Administración. En caso de que esta desviación supere el límite inferior o superior de cada banda de la especificación, entonces la desviación permisible para cada tamaño no podrá exceder el límite máximo o mínimo especificado para cada tamiz.

2. Límites de Atterberg

- (a) Si a la capa de base granular se le colocará una capa de ruedo, ésta deberá cumplir con lo indicado en AASHTO M-147:

Límite Líquido (material pasando la malla #40) AASHTO T-89 = 25 %
máximo

Límite Plástico (material pasando la malla #40) AASHTO T-90 = 6 %
máximo

- (b) Si la capa de base granular queda expuesta, es decir como capa de ruedo ésta deberá cumplir con:

Límite Líquido (material pasando la malla #40) AASHTO T-89 = 35 %
máximo

Límite Plástico (material pasando la malla #40) AASHTO T-90 = 4 a 9 %

3. Ensayo de Abrasión (AASHTO T-96)

Perdida por Abrasión = 50 % máximo

4. Índice de durabilidad (AASHTO T 210)

Índice de durabilidad material grueso y fino (retenido en malla # 4) = 35 % mínimo

5. Caras fracturadas (ASTM D-5821)

Porcentaje de caras fracturadas = 50 % mínimo.

6. CBR con Proctor modificado (AASHTO T-180)

Capacidad soportante CBR = 80 % mínimo a una densidad del 97 % del Proctor
AASHTO T 180

703.07 Agregado para mezcla asfáltica

Los agregados gruesos y finos deben consistir en partículas duras, durables, resistentes, estables, provenientes de fragmentos de piedra triturada o grava triturada con la calidad requerida, uniformemente graduada, libre de materia orgánica, grumos de arcillas y materias deletéreas.

- 1. Agregados gruesos.** (Retenidos en la malla de 4,75 mm (N° 4). Este agregado debe consistir en piedra o grava de buena calidad triturada y mezclada de manera que al combinarse cumpla con la especificación correspondiente y con los requisitos establecidos en la Tabla 703-08.
- 2. Agregado fino.** (Pasando la malla 4,75 mm (N° 4). Este agregado está formado por la trituración del agregado grueso y deberá tener una granulometría que al combinarse con otras fracciones, se cumpla con la especificación correspondiente y con los requisitos establecidos en la Tabla 703-08. No se permite en ningún caso el uso de arena natural en la mezcla asfáltica.

Tabla 703-08

Especificaciones de los agregados para mezcla asfáltica

Agregado	Parámetro	Norma	Especificación*	
			Tipo A y B	Tipo C y D
Grueso	Abrasión de los Ángeles	INTE 06-02-27 AASHTO T 96	40% máx.	30% máx.
	Disgregabilidad (sanidad) en sulfato de sodio o sulfato de magnesio (5 ciclos)	INTE 06-02-24 AASHTO T 104	15% máx. con sulfato de sodio	12% máx. con sulfato de sodio
			20% máx. con sulfato de magnesio	
	Caras fracturadas Capas Intermedias una cara/ dos o más caras	ASTM D 5821	80% / 75 % mín.	
	Caras fracturadas Capas de rodamiento una cara/ dos o más caras		95% / 90 % mín.	
	Índice durabilidad	AASHTO T 210	35% mín	
	Grumos de arcilla y partículas friables	AASHTO T 112	Máx. 2,0 % ⁽¹⁾	Máx. 1,0 %
	Agregados que contengan carbonato soluble	ASTM D 3042	El residuo insoluble debe ser mayor o igual al 25% ⁽²⁾	
Fino	Porcentaje por peso de partículas planas o alargadas	ASTM D 4791	10% máx. ⁽³⁾	
	Índice de durabilidad	AASHTO T 210	35 % mín.	
	Angularidad	AASHTO T 304	45% mín.	
	Disgregabilidad (sanidad) en sulfato de sodio o sulfato de magnesio (5 ciclos)	INTE 06-02-24 AASHTO T 104	15% máx. con sulfato de sodio	12% máx. con sulfato de sodio
			20% máx. con sulfato de magnesio	
	Equivalente arena	AASHTO T 176	50 % mín.	

* Los tipos de mezcla A, B, C y D se definen en las secciones 401 Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall y 402 Diseño de mezcla asfáltica por el método Superpave.

(1) Solo aplica para aquellos casos en que el tránsito vehicular en millones de ejes equivalente de 80 kN (8.2 toneladas) estimados en un período de carga de 20 años sea superior a 0.30.

(2) Para las mezclas asfálticas en capas de rodamiento. No aplica cuando las mezclas asfálticas sean empleadas en capas intermedias o capas de base, exceptuando cuando dichas capas vayan a ser sujeto durante algún tiempo al

tránsito de vehículos, a criterio de la Administración. En caso de requerirse mezclas de agregados de diferente fuente, estos deberán cumplir por separado con este requisito

(3) Para aquellos casos en que el tránsito vehicular en millones de ejes equivalente de 80 kN (8.2 toneladas) estimados en un período de carga de 20 años sea superior a 0.30. En el caso de las mezclas C y D el límite se aplicará en toda condición.

3. Granulometrías para el diseño de mezclas asfálticas en caliente

El agregado grueso y fino y el relleno mineral, se deben combinar de tal manera que produzcan una fórmula de trabajo aceptable dentro de los límites de graduación establecidos a continuación.

Las granulometrías de denominación DF-10 y DF-12 podrán ser utilizadas como capas de ruedo en ciclovías, aceras o parqueos de vehículos livianos, entre otros. Las mezclas de denominación DF-20 y DF-25 podrán ser utilizadas como capas intermedias para carreteras de hasta 20 millones de ejes equivalentes. Las granulometrías de denominación DF-25 y DG-25 no podrán ser utilizadas como capa de ruedo debido a su rugosidad superficial.

Si se desea utilizar agregado calizo se deberá verificar lo especificado en el apartado 5. Agregados calizos, de esta subsección.

Tabla 703-09 (A)
Granulometrías densas finas

Nomenclatura		DF-10	DF-12	DF-20	DF-25
Rango de espesor para colocación (mm) ⁽¹⁾		30-40	40-65	55-70	75-100
USOS	Capa de ruedo	<0,3x10 ⁶ Ejes Equivalentes	<1x10 ⁶ Ejes Equivalentes	<3x10 ⁶ Ejes Equivalentes	No
	Capa intermedia	No	No	<20x10 ⁶ Ejes Equivalentes	<20x10 ⁶ Ejes Equivalentes
	Capa de base	No	No	<20x10 ⁶ Ejes Equivalentes	<20x10 ⁶ Ejes Equivalentes
Tamices (US)	Tamices (mm)	% Pasando (peso)	% Pasando (peso)	% Pasando (peso)	% Pasando (peso)
1 1/2	37,5	-	-	-	100 ⁽²⁾
1"	25,4	-	-	100 ⁽²⁾	90-100 (±5)
3/4"	19	-	100 ⁽²⁾	90-100 (±5)	78-92 (±5)
1/2"	12,7	100 ⁽²⁾	85-100 (±5)	70-90 (±5)	62-80 (±5)
3/8"	9,50	85-100 (±5)	77-90 (±5)	62-81 (±5)	54-72 (±5)
N° 4	4,76	65-90 (±4)	57-74 (±4)	47-65 (±4)	40-55 (±4)
N° 8	2,35	47-69 (±4)	40-58 (±4)	28-50 (±4)	25-45 (±4)
N° 16	1,18	31-52 (±4)	28-47 (±4)	16-40 (±4)	16-37 (±4)
N° 30	0,63	22-40 (±4)	18-38 (±4)	10-31 (±4)	10-30 (±4)
N° 50	0,315	14-30 (±4)	10-30 (±4)	7-23 (±4)	5-22 (±4)
N° 100	0,16	8-20 (±2)	6-20 (±2)	4-15 (±2)	2-15 (±2)
N° 200	0,075	3-10 (±2)	3-10 (±2)	2-8 (±2)	1-7 (±2)

⁽¹⁾ Si se requiere un espesor mayor al límite máximo estos pueden ser conformados mediante colocaciones sucesivas con espesores dentro del rango de colocación.

⁽²⁾ El procedimiento estadístico no aplica.

Nota: Los números de cada banda corresponden a los valores máximos o mínimos permisibles. Los números entre paréntesis corresponden a las desviaciones máximas admisibles respecto al porcentaje pasando que resulte de la granulometría del material propuesto por el contratista y que cumplan los parámetros volumétricos y hayan sido aprobados por la Administración. En caso de que esta desviación supere el límite inferior o superior de cada banda de la especificación, entonces la desviación permisible para cada tamaño no podrá exceder el límite máximo o mínimo especificado para cada tamiz.

Tabla 703-09 (B)
Granulometrías densas gruesas

Nomenclatura		DG-10	DG-12	DG-20	DG-25
Rango de espesor para colocación (mm) ⁽¹⁾		30-50	40-75	55-75	75-100
USOS	Capa de ruedo	<3x10 ⁶ Ejes Equivalentes	>1x10 ⁶ Ejes Equivalentes	>3x10 ⁶ Ejes Equivalentes	No
	Capa intermedia	No	No	>1x10 ⁶ Ejes Equivalentes	>3x10 ⁶ Ejes Equivalentes
	Capa de base	No	No	>1x10 ⁶ Ejes Equivalentes	>3x10 ⁶ Ejes Equivalentes
Tamices (US)	Tamices (mm)	% Pasando (peso)	% Pasando (peso)	% Pasando (peso)	% Pasando (peso)
1 1/2	37,5	-	-	-	100 ⁽²⁾
1"	25,4	-	-	100 ⁽²⁾	85-100(±5)
3/4"	19	-	100 ⁽²⁾	80-100(±5)	73-92(±5)
1/2"	12,7	100 ⁽²⁾	85-100(±5)	60-85(±5)	50-80(±5)
3/8"	9,50	90-100(±5) ⁽³⁾	70-90(±5)	50-75(±5)	43-70(±5)
N° 4	4,76	55-75(±4)	42-55(±4)	30-53(±4)	30-40(±4)
N° 8	2,35	32-47(±4)	28-39(±4)	18-35(±4)	19-27(±4)
N° 16	1,18	19-35(±4)	16-26(±4)	12-24(±4)	11-18(±4)
N° 30	0,63	11-25(±4)	9-19(±4)	8-17(±4)	7-14(±4)
N° 50	0,315	7-19(±4)	5-14(±4)	5-12(±4)	4-11(±4)
N° 100	0,16	4-14(±2)	3-10(±2)	3-9(±2)	2-9(±2)
N° 200	0,075	2-10(±2)	2-8(±2)	2-8(±2)	1-7(±2)

⁽¹⁾ Si se requiere un espesor mayor al límite máximo estos pueden ser conformados mediante colocaciones sucesivas con espesores dentro del rango de colocación.

⁽²⁾ El procedimiento estadístico no aplica.

Nota: Los números de cada banda corresponden a los valores máximos o mínimos permisibles. Los números entre paréntesis corresponden a las desviaciones máximas admisibles respecto al porcentaje pasando que resulte de la granulometría del material propuesto por el contratista y que cumplan los parámetros volumétricos y hayan sido aprobados por la Administración. En caso de que esta desviación supere el límite inferior o superior de cada banda de la especificación, entonces la desviación permisible para cada tamaño no podrá exceder el límite máximo o mínimo especificado para cada tamiz.

4. Granulometrías para el diseño de mezclas asfálticas especiales tipo abierta de fricción (OGFC) o de matriz de agregado grueso (SMA)

La granulometría de agregados para mezclas asfálticas especiales, deberá cumplir los requisitos descritos en la tabla 703-10.

Si se desea utilizar agregado calizo se deberá verificar lo especificado en el apartado 5. Agregados calizos, de esta subsección.

Tabla 703-10

Granulometrías para mezclas asfálticas especiales

Malla mm	Porcentaje por peso que pasa la malla estándar (Tolerancia)			
	OGFC (A)	OGFC (B)	SMA (A)	SMA (B)
19	100 ⁽¹⁾	---	100 ⁽¹⁾	---
12.5	80 - 100 (± 5) ⁽²⁾	100 ⁽¹⁾	90 - 100 (± 5)	100 ⁽¹⁾
9,5	35 - 60 (± 5)	90 - 100 (± 5)	26 - 78 (± 5)	90 - 100 (± 5)
4,75	5.0 - 20 (± 4)	33 - 47 (± 4)	20 - 28 (± 4)	26 - 60 (± 4)
2,36	1.0 - 10 (± 4)	7 - 13 (± 4)	14 - 24 (± 4)	20 - 28 (± 4)
600 μ m	---	---	10 - 20 (± 3)	10 - 20 (± 3)
300 μ m	---	---	10 - 15 (± 3)	10 - 15 (± 3)
75 μ m	1.0 - 4.0 (± 2)	2 - 4 (± 2)	8.0 - 12 (± 2)	8.0 - 12 (± 2)

⁽¹⁾ El procedimiento estadístico no aplica.

⁽²⁾ Los números de cada banda corresponden a los valores máximos o mínimos permisibles. Los números entre paréntesis corresponden a las desviaciones máximas admisibles respecto al porcentaje pasando que resulte de la granulometría del material propuesto por el contratista y que cumplan los parámetros volumétricos y hayan sido aprobados por la Administración. En caso de que esta desviación supere el límite inferior o superior de cada banda de la especificación, entonces la desviación permisible para cada tamaño no podrá exceder el límite máximo o mínimo especificado para cada tamiz

5. Agregados calizos. El uso de agregados calizos está prohibido para uso en capas de ruedo. Esta restricción puede levantarse si se demuestra que el material no se pule, según la siguiente tabla.

Tabla 703-11

Coefficiente de pulimento acelerado del agregado grueso (Norma UNE-EN-1097-8)

ESAL's diseño (millones) (20 años carril de diseño)	CPA
< 0,3	Mínimo 44
0,3 a 30	Mínimo 50
> 30	Mínimo 56

Fuente: Pliego General 3 (PG-3), España, 2008

6. Agregados livianos (escorias). Escoria triturada que debe cumplir con los parámetros de calidad requeridos en AASHTO M 195. No se usará ningún otro tipo de agregado liviano como se define en AASHTO M 195.

703.19 Arena para capa de soporte de adoquines

La arena utilizada para la capa de apoyo de los adoquines será de origen aluvial, arena natural sin trituración, libre de polvo, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales. La arena para la capa de apoyo debe ajustarse a la siguiente graduación:

Tabla 703-15.
Graduación para la capa de soporte

Tamiz	% por peso que pasa por los tamices de malla cuadrada (AASHTO T27 y T11)
9,5 mm	100
4,75 mm (N°4)	90-100
2,36 mm (N°8)	75-90
1,18 mm (N°16)	50-95
600 µm (N°30)	25-60
300 µm (N°50)	10-30
150 µm (N°100)	0-15
75 µm (N°200)	0-5

709.01 Acero de refuerzo

(a) General. Cada embarque de acero que se reciba en el proyecto debe contar con la siguiente información:

- (1) Nombre y localización de la laminadora
- (2) Proceso de manufactura
- (3) Número de fabricación en horno
- (4) Dimensiones
- (5) Especificaciones
- (6) Copia de las pruebas físicas y análisis químico
- (7) Consignación y destino de embarque

(b) Varillas de refuerzo

- (1) Varilla de refuerzo de acero de baja aleación lisa y corrugada para refuerzo de concreto hidráulico INTE 06-09-02 (ASTM A 706 M). Este acero se utilizará en todas las estructuras de puentes, pasos superiores o inferiores y alcantarillas de cuadro.
- (2) Varilla de refuerzo de acero al carbono lisa y corrugada para refuerzo de concreto hidráulico INTE 06-09-01 (ASTM A 615 M). Las varillas de este acero grado 40, se utilizará en pozos de registro, tomas y cabezales de alcantarillas y otras estructuras menores.
- (3) Método de ensayo para varillas de acero de refuerzo para concreto hidráulico a dobléz guiado INTE 06-09-05.

(c) Barras de refuerzo cubiertas con epóxico.

Deben cumplir con lo especificado en AASHTO M 284M.

Se inspeccionarán las barras de refuerzo después de su limpieza y se rechazará cualquiera que contenga rebabas, astillas o costras. Las barras se seleccionarán en fábrica, para evitar atrasos innecesarios, antes de colocar el recubrimiento epóxico.

El recubrimiento epóxico colocado sobre el acero de refuerzo, debe estar certificado en cuanto a su adherencia según CRSI.(Concrete Reinforcing Steel Institute).

(d) Barras tensoras.

Las barras pasadoras y los tirantes deben fabricarse con acero deformado, de lingotes grado 400, conforme a lo especificado en AASHTO M 31M o M 42M, excepto que no se deberá emplear acero relaminado para las barras pasadoras que tengan que ser dobladas y nuevamente enderezadas durante la construcción.

(e) Tornillos de gancho.

Deben fabricarse de acero liso, de lingotes grado 400, conforme lo especificado en AASHTO M 31M o M 42M, laminados con un roscador M14, que pueda cortar una rosca para tuerca capaz de sostener una carga axial de 67 kilonewtons.

(f) Dovelas.

Deben fabricarse con barras lisas, libres de rebabas u otra deformación restrictiva para el libre movimiento dentro del concreto, deberán satisfacer la especificación AASHTO M 254, tipo A o B. Se pintará la mitad de cada dovela con una capa de pintura, cuando esté seca, la mitad pintada se lubricará antes de colocarla, para evitar la adherencia.

Para juntas de expansión, deberá colocarse un tubo de expansión o capuchón en el extremo pintado de cada dovela usada en las juntas de expansión (de 50 ± 5 mm.). Dichos capuchones o camisas deben entrar ajustadamente en la barra. El extremo cerrado será impermeable y dejará libre 25mm desde el extremo de la dovela.

Como lubricante de las dovelas tipo B podrá usarse un asfalto rebajado de curación rápida, o una emulsión asfáltica de curación media, o grafito en polvo en suspensión. En las dovelas pintadas de tipo A, no se necesita lubricante.

Las juntas acabadas no deberán desviarse más de 6 milímetros de su alineación horizontal y vertical durante la colocación del concreto, para permitir el movimiento irrestricto de las losas.

Se usará alambre conforme a la especificación AASHTO M 32M, para la armadura de ensamble. Se pintará la armadura de ensamble de las dovelas con la misma pintura que se use en las dovelas. Se repintará cualquier daño en la pintura.

(g) Alambre de acero corrugado.

Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 225M.

(h) Malla soldada de barras lisas. Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 55M.

(i) Malla engrapada. Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 32M.

(j) Malla soldada de barras corrugadas. Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 54M.

(k) Colchonetas de alambre tejido. Deberá ajustarse a los requisitos de ASTM A 706M.

725.05 Relleno mineral

1. Al momento de utilizarse, el material mineral debe estar lo suficientemente seco para no aglomerarse.
2. El relleno mineral debe estar libre de material orgánico e impurezas.
3. El relleno mineral debe cumplir con las especificaciones que define la Tabla 725-01.

Tabla 725-01
Especificaciones del relleno mineral

Parámetro	Norma	Especificación
Índice de plasticidad	AASHTO T90	4 máximo
Pérdida por ignición	ASTM C311	12% máximo

Fuente: AASHTO M17 Especificación Estándar del Relleno Mineral a usar en Mezclas Bituminosas

4. La granulometría debe cumplir con lo establecido en la Tabla 725-02.

Tabla 725-02
Especificaciones de la granulometría del relleno mineral

Tamaño del tamiz	Porcentaje pasando (%)
1,18 mm (No. 16)	100
600 µm (No. 30)	97 – 100
300 µm (No. 50)	95 – 100
75 µm (No. 200)	70 – 100

Fuente: AASHTO M17 Especificación Estándar del Relleno Mineral a usar en Mezclas Bituminosas

Subsecciones Nuevas

703.20 Arena para sello de adoquines

La arena utilizada para el sello de las juntas entre los adoquines será de origen aluvial, arena natural, sin trituración, libre de finos plásticos, polvo, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales.

La arena por emplear para sello deberá ajustarse a la siguiente graduación:

Tabla 703-16.
Graduación para la capa de sello

Tamiz	% por peso que pasa por los tamices de malla cuadrada (AASHTO T27 y T11)
2,36 mm (N°8)	100
1,18 mm (N°16)	90-100
600 µm (N°30)	60-90
300 µm (N°50)	30-60
150 µm (N°100)	5-30
75 µm (N°200)	0-15

703.21 Agregados para capas de base estabilizadas con cemento

Los agregados para bases estabilizadas con cemento, deberán consistir en partículas duras y durables o fragmentos de piedra triturada, escoria o grava triturada y no contendrán partículas elongadas, raíces y restos vegetales; deben cumplir con los siguientes requisitos:

- (a) Los requisitos granulométricos de los agregados deberán ajustarse a lo indicado en la Tabla 703-20.

Tabla 703-20

Requisitos granulométricos para bases granulares a estabilizar

Agregado virgen		Agregado reciclado
Abertura de la malla	% Pasando	Por lo menos el 50% de todo el material debe pasar por un tamiz No. 4 (4,75 mm). Se desechará todo el material retenido en el tamiz de 75 mm y el material inadecuado por otros motivos.
50 mm	100	
4,75 mm (No 4)	50-100 (±6)	
425 µm (No 40)	20-70 (±4)	
75 µm (No 200)	5-35 (±3)	

Nota: Los números de cada banda corresponden a los valores máximos o mínimos permisibles. Los números entre paréntesis corresponden a las desviaciones máximas admisibles respecto al porcentaje pasando que resulte de la granulometría del material propuesto por el contratista y aprobado por la Administración. En caso de que esta desviación supere el límite inferior o superior de cada banda de la especificación, entonces la desviación permisible para cada tamaño no podrá exceder el límite máximo o mínimo especificado para cada tamiz.

- (b) Los agregados deberán tener un límite líquido no mayor de 40 y un índice plástico igual o menor a 8, determinados por los ensayos AASHTO T-89 y T-90 respectivamente. Se podrán aceptar materiales con valores más altos que los indicados siempre y cuando al ser mezclados con cemento en el porcentaje por peso establecidos, los valores de límite líquido e índice plástico sean iguales o menores a los pedidos.
- (c) Ensayo de Abrasión (AASHTO T-96). Pérdida por Abrasión = 50 % máximo
- (d) Índice de durabilidad de gruesos y finos (AASHTO T 210). Índice de durabilidad material gruesos retenido en malla # 4 = 35 % mínimo, Índice de durabilidad material fino pasando la malla # 4 = 35 % mínimo.

704.13 Material para terraplén

Los materiales o suelos a utilizar en los terraplenes deben cumplir con la capacidad de soporte CBR igual o mayor al considerado en el diseño de la estructura del pavimento del proyecto. Además, estos suelos pueden contener hasta un 25% de volumen de material rocoso entre 100 y 200 mm en su dimensión mayor, en casos excepcionales y aprobados por la Administración, se podrán utilizar suelos predominantemente rocosos con partículas de tamaño entre los 300 y 600 mm como máximo. Los suelos no deben ser de origen orgánico y deben estar libre de raíces, troncos y de cualquier otro tipo de desecho vegetal. No se recomienda el uso de suelos arcillosos altamente expansivos, que clasifiquen de acuerdo con el SUCS como (CH) o AASHTO (A-7-6).

704.14 Material para pedraplén

Este material consiste en roca dura, durable, de forma angular, libre de material orgánico o de desecho, resistente al desgaste por intemperismo y a la acción del agua. Para materiales con fragmentos de roca y bolones individuales mayores de 600 mm de diámetro, éstos se reducirán a menos de 400 mm en su dimensión más grande. Debe cumplir con los siguientes requisitos:

a) Gravedad específica aparente, AASHTO T 85:	2,50 mín.
b) Absorción, AASHTO T 85:	4,2 % máx.
c) Índice de durabilidad (agregado grueso), AASHTO T 210:	52 mín.
d) Pérdida por abrasión Los Ángeles AASHTO T 96:	50 % máx.

704.15 Material de préstamo seleccionado para acabado

Este material se coloca sobre las partes superiores de los taludes u otras obras requeridas, y deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Tabla 704-7

Granulometría para material de préstamo seleccionado para acabado

Tamaño de Malla	Porcentaje pasando por peso AASHTO T-27 y AASHTO T-11
76 mm	100 %
Otras características	
Valor de soporte CBR	De acuerdo con Cartel de Licitación, pero no menor de 10 %
Límite líquido	Máximo 35 %
Índice plástico	Máximo 10 %
Grado de compactación	95 % mínimo del AASHTO T 99

Los materiales utilizados para acabado pueden ser préstamo Caso 1 o Caso 2, cumpliendo con las especificaciones anteriores.