

## 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 del 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:

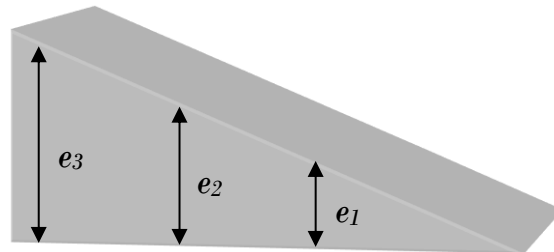
$$P_t = \frac{v * a * e}{n}$$

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  $\pm 20$  mm del nivel de rasante especificado en el Contrato y las superficies de roca, dentro de  $\pm 30$  mm de la línea y rasante estaqueadas. Se debe construir la sección transversal de las cunetas dentro de  $\pm 30$  mm de la línea y rasante estaqueadas. Se debe mantener un drenaje superficial adecuado.

El acabado de la subrasante deberá contemplar las súper elevaciones y sobreelevaciones 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 <sup>3</sup> )	Remoción, y acarreo del material a los sitios de escombreras aprobadas por la Administración.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 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.</li> <li>● Verificación de volumen en banco con medición topográfica.</li> </ul>	No aplica

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
<b>CR.204.02 Construcción de escombreras</b>	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )	Colocación, extendido, humedecido o secado, compactación y acabado final de material.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual.</li> <li>• Verificación de volumen en su posición final con medición topográfica.</li> </ul>	No aplica

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
<b>CR.204.03 Excavación en la vía.</b>	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )	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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 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.</li> <li>● Verificación de volumen en banco en su posición original con medición topográfica.</li> <li>● La Administración determinará si el material es utilizable o no.</li> </ul>	No aplica.
<b>CR.204.04 Excavación de material que se desecha.</b>	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )	Excavación y acarreo del material a los sitios de escombreras aprobados por la Administración.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Verificación de acuerdo con la Subsección 107.02 Inspección visual.</li> <li>● Verificación de volumen en banco en su posición original con medición topográfica.</li> <li>● La Administración determinará si el material es utilizable o no.</li> </ul>	No aplica

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
<b>CR.204.05 Excavación en roca</b>	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )	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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Verificación de volumen en banco en su posición original con medición topográfica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificar como roca con la combinación de designación de calidad de roca (RQD) y resistencia a la compresión inconfina de roca (RCS), velocidad de onda compresional (VP) o índice de excavabilidad (IE). También podrán utilizarse martillos hidráulicos de gran tonelaje.</li> </ul>
<b>CR.204.06 Subexcavación</b>	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• Verificación de volumen en banco en su posición original con medición topográfica</li> </ul>	No aplica

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
<b>CR.204.07 Excavación de material de préstamo, Caso 1</b>	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )	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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Verificación del cumplimiento de la Sección 106 Control de material.</li> <li>● 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.</li> <li>● Verificación de volumen en su posición final (conformado, compactado y acabado) con medición topográfica por medio de secciones transversales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 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.</li> <li>● Aplicación de Tabla 204-2 Requisitos Mínimos de Muestreo y Ensayo.</li> </ul>
<b>CR.204.08 Excavación de material de préstamo, Caso 2</b>	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )	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.		
<b>CR.204.09 Excavación de préstamo para acabado, Caso 1</b>	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )	Excavación, acarreo, colocación y compactación del material en los sitios donde se requiera acabado, indicado en el Contrato o por la Administración.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Verificación del cumplimiento de la Sección 106 Control de material.</li> <li>● 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 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.</li> <li>● Aplicación de Tabla 204-2</li> </ul>

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
<b>CR.204.10 Excavación de préstamo para acabado, Caso 2</b>	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )	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.	<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación de volumen en su posición final (conformado, compactado y acabado).</li> </ul>	Requisitos Mínimos de Muestreo y Ensayo.
<b>CR.204.11 Redondeo de taludes de corte</b>	Metro lineal (ml)	Redondear la superficie o los extremos de los taludes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Verificación de la longitud intervenida en metros lineales horizontales (ml).</li> </ul>	No aplica
<b>CR.204.12 Construcción de terraplenes</b>	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )	Colocación, extendido, humedecido o seco, conformación, compactación y acabado final de material para terraplén.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Verificación de volumen en su</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Aplicación de Tabla 204-2 Requisitos Mínimos de Muestreo y Ensayo.</li> </ul>



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.	
<b>CR.204.13 Construcción de pedraplén</b>	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )	Colocación, extendido, humedecido o secado, conformación, compactación y acabado final de material para pedraplén.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 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.</li> <li>● Verificación de volumen en su posición final (conformado, compactado y acabado) con medición topográfica por medio de secciones transversales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 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.</li> <li>● Aplicación de Tabla 204-2 Requisitos Mínimos de Muestreo y Ensayo.</li> </ul>

Renglón	Unidad de medida	Alcance	Requisitos de aceptación por verificación en sitio	Requisitos de aceptación por calidad
<b>CR.204.14 Excavación de zanjas temporales</b>	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )	Excavación y acarreo de material excavado, así como su colocación en los sitios de escombrera aprobados por la Administración.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Verificación de volumen en su posición original con medición topográfica por medio de secciones transversales.</li> </ul>	No aplica
<b>CR.204.15 Remoción de derrumbes</b>	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )	Remoción y acarreo de material de deslizamientos, desprendimientos y derrumbes, así como su colocación en los sitios de escombrera aprobados por la Administración.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Verificación de volumen suelto en banco con medición topográfica.</li> </ul>	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.
    - Sobrexcaación 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 secado 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 (m<sup>3</sup>) 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 (m<sup>3</sup>) 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 (m<sup>3</sup>) 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.

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

## **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.

**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)	
<p><b>CR-.204.06 y CR.204.07</b> Excavación de material de préstamo Caso 1</p> <p><b>CR-.204.08 y CR.204.09</b> Excavación de material de préstamo Caso 2</p> <p><b>CR.204.10 y CR.204.11</b> Excavación de material de préstamo para acabado Caso 1 y Caso 2</p>	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	
		Graduación	AASHTO T-27 AASHTO T-11				
		Límite líquido	AASHTO T-89				
		Índice plástico	AASHTO T-90				
		Densidad	AASHTO T-99				
	Humedad	AASHTO T-180					
	Prueba de CBR	AASHTO T-193 CBR con el método de Proctor que corresponda	Proceso constructivo (si el material se usa para terraplenes o pedraplenes aplicar lo indicado más adelante para CR-204.15 o CR-204.16)				
	Subsección 107.04 Conformidad determinada por ensayos Subsección 204.15 Control de compactación	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 por capas y cuando sea entregado como listo por el Contratista	24 horas después de terminado el trabajo, antes de colocar la siguiente capa	
		Material					
		Graduación	AASHTO T-27 AASHTO T-11	1 por tipo de suelo y fuente de material	-Fuente de material. -Procesamiento de materiales antes de incorporarlo al	Antes de iniciar el trabajo	
		Límite líquido	AASHTO T-89				
Índice plástico		AASHTO T-90					
Densidad	AASHTO T-99						

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			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
<b>CR.204.15 Construcción de terraplén</b>	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 AASHTO T-11				
		Límite líquido Índice plástico	AASHTO T-89 AASHTO T-90				
		Densidad Humedad	AASHTO T-99 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		
<b>CR.204.16</b> <b>Construcción de pedraplenes</b>	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.

