Alcaldía Municipal de Sesquilé

**CONTRATO DE CONSULTORÍA CM-CON-381-2024**

**CONSORCIO ED SESQUILE**

# "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS URBANAS, EN LA INTERVENCIÓN DE PARCHEO, BACHEO O CAMBIO DE CARPETAS EN VÍAS DE ASFALTO EN EL MUNICIPIO DE SESQUILÉ – CUNDINAMARCA"

**VOLUMEN No 07**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**ALCALDÍA MUNICIPAL DE SESQUILÉ**

**JUNIO DE 2025**

## 1. *CERCA EN TELA VERDE H = 2.10 M*

**ESPECIFICACION:** ITEM:1.8.

**UNIDAD DE MEDIDA:** ML

**DESCRIPCIÓN:**

La zona para intervenir deberá aislarse completamente, por lo que el Contratista construirá un cerramiento provisional de acuerdo con el diseño suministrado, definiendo las áreas de obra, patios de materiales y áreas de almacenamiento.

La localización de estos será señalada por el Interventor de acuerdo con la posición de los accesos, de las obras existentes en el predio, las construcciones y estructuras colindantes, de las redes de infraestructura y de las áreas internas requeridas por la obra, evitando obstaculizar la circulación de vehículos, peatones, buscando también evitar afectaciones a los vecinos.

Durante la ejecución de la obra el Contratista deberá estar pendiente del mantenimiento y reparación del cerramiento, de tal forma que siempre se conserve en óptimas condiciones. Dicho cerramiento tendrá un solo acceso, salvo en aquellos casos en que el Interventor autorice accesos adicionales de doble batiente por donde ingresará la maquinaria, vehículos y el personal (siempre y cuando no interfiera con el desarrollo de las actividades constructivas en las zonas que no serán intervenidas). El tamaño de dicha puerta será determinado por el Contratista con el aval del Interventor, teniendo en cuenta la maniobrabilidad, necesidades y requerimientos de la obra.

El cerramiento tendrá una altura de 2.1 m y estará cubierto en toda su altura con una tela sintética de color verde, amarrada y apuntillada a cada uno de los postes con alambre galvanizado; esta tela no podrá presentar ningún tipo de pliegue por lo que deberá ser debidamente templada.

**PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**

- Verificar los lugares de instalación según las obras a intervenir.
- Realizar las excavaciones necesarias para el anclaje de los postes de madera con un mínimo de 0.40 m de profundidad, con un espacio entre postes de mínimo 4 m.
- Realizar la tendida de la lona anclando el extremo inicial con alambre, se realiza la tensión hasta el siguiente poste, y con la lona totalmente tensada de amarra al siguiente poste en sus extremos y en la parte central para asegurar su anclaje, así mismo se debe repetir el procedimiento hasta tener encerrada toda la zona a intervenir.

| |
|---|
| • Se deberá instalar un poste adicional que se ancle al otro mediante alambre, de fácil desmonte, que hará las veces de puerta, para ello deberá tenerse en cuenta que debe ubicarse en el lugar determinado por la interventoría para los accesos a la obra.<br>• Se debe realizar mantenimiento y reemplazo de la lona que se rasgue o suelte de los postes |
| **TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:** Cerramiento perimetral para obra completamente instalado, con la lona debidamente tensionada |
| **ENSAYOS POR REALIZAR**: N/A |
| **MATERIALES:**<br>• Lona polietileno para cerramiento verde ancho 2.10 m.<br>• Estacones de madera de 2.5 m.<br>• Puntilla con cabeza 1"<br>• Alambre Galvanizado No. 12 |
| **EQUIPOS:**<br>• Herramienta Menor 10% M.O. AA |
| **TRANSPORTE**: N/A |
| **DESPERDICIOS:** Incluidos |
| **MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios. |
| **ÍTEM DE PAGO:** 1.1.3. Cerramiento o cerca en malla verde h= 2.10 m |
| **MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** Se medirá y pagará por metro lineal (m), con una altura de 2.10 m libres de cerramiento provisional en lona verde, debidamente ejecutados, recibidos y mantenidos en buen estado durante la duración de la obra, a satisfacción por la interventoría |
| **NO CONFORMIDAD:** Falta de tensión de la lona, falta de resistencia de los postes, falla en la hincada de los postes, rasgaduras o cortes en la lona. |

## 2. *DEMOLICIÓN CONCRETO SIMPLE (INCLUYE CARGUE Y RETIRO DE SOBRANTES A UNA DISTANCIA DE 5KM)*

| |
|---|
| **ESPECIFICACION:** ITEM:1.2. |
| **UNIDAD DE MEDIDA:** M3 |
| **DESCRIPCIÓN:**<br>Corresponden a este Ítem las obras necesarias para la demolición de las estructuras en mampostería de espesor de 15 cms, incluye enchapes existentes, este ítem está ubicado y |

descrito en los planos arquitectónicos, previo concepto de la interventoría. Los materiales reciclables provenientes de la demolición son propiedad de la Entidad Territorial.

**PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**

- Estudiar la posibilidad de utilización temporal como campamento.
- Consultar y cumplir todas las normas municipales para disposición de escombros.
- Estudiar la posibilidad de reutilización de materiales.
- Prever daños a construcciones vecinas.
- Cortar el suministro de servicios públicos en las áreas a intervenir.
- Sellar desagües y acometidas de suministro.
- Desmontar aparatos sanitarios y eléctricos.
- Desmontar elementos de carpintería.
- Desmontar acabados reutilizables.
- Desmontar cubiertas
- Demoler mamposterías
- Adecuar zonas de demolición para iniciar proceso constructivo.
- Seleccionar materiales reciclables.
- Retirar sobrantes y escombros a los sitios estipulados por el municipio.
- Transportar material reciclable a los sitios dispuestos por la entidad.

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

- Materiales de demolición y desmonte debidamente retiradas y dispuestas según instrucciones de la interventoría.
- Área intervenida debidamente despejada

**ENSAYOS POR REALIZAR**: N/A

**MATERIALES:** N/A

**EQUIPOS:**

- Compresor de 250 cpm
- Martillo demoledor 60 lb
- Bobcat
- Herramienta menor

| |
|---|
| **TRANSPORTE**:<br>• Material desmontado |
| **DESPERDICIOS:** Incluidos |
| **MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios. |
| **ÍTEM DE PAGO:** 1.2. Demolición concreto simple (incluye cargue y retiro de sobrantes a una distancia de 5km) |
| **MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** Se medirá y pagará por metros cubico (M3) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la interventoría. |
| **NO CONFORMIDAD:** n caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato. |

## 3. EXCAVACIÓN EN MATERIAL COMÚN DE LA EXPLANACIÓN, CANALES Y PRÉSTAMOS

| |
|---|
| **ESPECIFICACION:** ITEM: 210.1.1 |
| **UNIDAD DE MEDIDA:** M3 |
| **DESCRIPCIÓN:**<br>Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de disposición o desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, los canales y los préstamos indicados en los documentos del proyecto. |
| **PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓM:**<br>• La excavación de la explanación se debe ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del proyecto.<br>• El constructor debe notificar al interventor con la antelación suficiente del comienzo de cualquier excavación, con el fin de que este pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se debe modificar ni remover sin autorización del interventor.<br>• Los procedimientos constructivos que imple mente el constructor deben contemplar las medidas necesarias para preservar las condiciones de drenaje, la resistencia y la estabilidad del terreno no excavado. |

| |
|---|
| • La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los documentos del proyecto o indicadas y aprobadas por el interventor. |
| **TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:** Cerramiento perimetral para obra completamente instalado, con la lona debidamente tensionada |
| **ENSAYOS POR REALIZAR**: N/A |
| **MATERIALES:** N/A |
| **EQUIPOS:**<br>• Excavadora de orugas<br>• herramienta menor |
| **TRANSPORTE**: N/A |
| **DESPERDICIOS:** N/A |
| **MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios. |
| **ÍTEM DE PAGO:** 2.3 excavación en material común de la explanación, canales y préstamos |
| **MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** Se medirá y pagará por metros cubico (M3) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la interventoría. |
| **NO CONFORMIDAD:** n caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato. |

## 4. *TERRAPLENES*

| |
|---|
| **ESPECIFICACION:** ITEM: 220.1 |
| **UNIDAD DE MEDIDA:** M3 |
| **DESCRIPCIÓN:**<br>Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de disposición o desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, los canales y los préstamos indicados en los documentos del proyecto. |
| **PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**<br>• Preparación de la superficie de apoyo para el relleno mediante escarificación, nivelación o compactación. |

- Extensión de los materiales adecuados, de acuerdo con esta especificación para cada capa y zona del terraplén.
- Humedecimiento o secado de los materiales de la capa.
- Conformación y compactación de cada capa del terraplén.

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

- Selección de materiales según las recomendaciones de la interventoría
- Material se debe instalar con la menor capa vegetal y residuos sólidos no pétreos o granulares posibles
- Instalación por capas de espesor máximo 10 cm antes de compactar
- Compactación máxima y nivelada

**ENSAYOS POR REALIZAR**:

Se deben efectuar las verificaciones periódicas de la calidad del material que se indican en la siguiente tabla.

| Característica | Norma de ensayo | Frecuencia |
|---|---|---|
| Granulometría | INV E-123 | Una (1) vez por jornada |
| Contenido de materia orgánica | INV E-121/UNE 103204 | Una (1) vez a la semana |
| Límite líquido | INV E-125 | Una (1) vez por jornada |
| Índice de plasticidad | INV E-126 | Una (1) vez por jornada |
| CBR de laboratorio, con expansión | INV E-148 | Una (1) vez por semana |
| Ensayo de expansión libre en edómetro | ASTM D4546 | Una (1) vez por semana (Nota) |
| Índice de colapso | INV E-157 | Una (1) vez por mes |
| Densidad seca máxima | INV E-142 | Una (1) vez por semana |
| Contenido de sales solubles | INV E-158 | Una (1) vez a la semana |

Nota: el ensayo de expansión libre se debe ejecutar semanalmente para caracterizar la expansión de los materiales marginales que se contemplen en el terraplén. En otros tipos de material su ejecución se puede reducir a una (1) vez al mes o suspender, previa aprobación del interventor.

Fuente: Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022 – INVIAS

**MATERIALES:** N/A

**EQUIPOS:**

- Carrotanque de agua 10000 litros
- Motoniveladora 120 hp
- Bulldozer d-6
- Vibrocompactador 8 ton

**TRANSPORTE**: N/A

**DESPERDICIOS:** N/A

| |
|---|
| **MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios. |
| **ÍTEM DE PAGO:** 2.4. Terraplenes |
| **MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** Se medirá y pagará por metros cubico (M3) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la interventoría. |
| **NO CONFORMIDAD:** Cuando no se cumplan con el material no cumpla con las especificaciones del estudio de suelos, compactación, granulometría y calidades requeridas para la ejecución correcta de la actividad. |

## 5. *SUBBASE GRANULAR*

**ESPECIFICACION:** ITEM: 3.2

**UNIDAD DE MEDIDA:** M3

**DESCRIPCIÓN:**

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material de subbase granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto o establecidos por el Interventor. Para los efectos de estas especificaciones, se denomina sub-base granular a la capa o capas granulares localizadas entre la subrasante y la base granular o estabilizada, en todo tipo de pavimento, sin perjuicio de que los documentos del proyecto le señalen otra utilización.

**Clases de sub-base granular**

Se definen tres clases de subbase granular, en función de la calidad de los agregados (clases A, B y C), como se indica en el numeral 320.2.2 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022 – INVIAS. Así mismo, se debe definir el tipo de granulometría que se va a emplear.

Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, las clases de subbase granular se deben usar como se indica en la siguiente Tabla, en función del nivel de tránsito del proyecto, definido en el artículo 100, Ámbito de aplicación, términos y definiciones.

**Tabla 320 — 1**. Uso típico de las diferentes clases de subbase granular

| Clase de subbase granular | Nivel de tránsito |
|---|---|
| Clase A | NT3 |
| Clase B | NT2 |
| Clase C | NT1 |

**PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**

- Para la Explotación de materiales y elaboración de agregados Rige lo indicado en el numeral 300.4.1 del Artículo 300.
- Para la preparación de la superficie existente El Interventor sólo autorizará la colocación de material de sub-base granular cuando la superficie sobre la cual se debe asentar tenga la compactación apropiada y las cotas y secciones indicadas en los planos o definidas por él, con las tolerancias establecidas. Además, deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios.
- Para el drenaje de la calzada Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en la especificación de la capa de la cual forma parte, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Constructor hará las correcciones necesarias, a satisfacción del Interventor.
- Para la Fase de experimentación Rige lo indicado en el numeral 300.4.2 del Artículo 300.
- Para la Extensión y conformación del material, El material se deberá disponer en un cordón de sección uniforme donde el Interventor verificará su homogeneidad. Si la capa de sub-base granular se va a construir mediante la combinación de dos (2) o más materiales, estos se deberán mezclar en un patio fuera de la vía, por cuanto su mezcla dentro del área del proyecto no está permitida. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad óptima de compactación, el Constructor empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje el material con una humedad uniforme. Éste, después de humedecido o aireado, se extenderá en todo el ancho previsto en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y el grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación.
- En todo caso, la cantidad de material extendido deberá ser tal, que el espesor de la capa compactada no resulte inferior a cien milímetros (100 mm) ni superior a doscientos milímetros (200 mm). Si el espesor de subbase compactada por construir es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se deberá colocar en dos o más capas, procurándose que el espesor de ellas sea sensiblemente igual y nunca inferior a cien milímetros (100 mm). El material extendido deberá mostrar una distribución granulométrica uniforme, sin segregaciones evidentes. El Interventor no permitirá la colocación de la capa siguiente, antes de verificar y aprobar la compactación de la precedente. En operaciones de bacheo o en aplicaciones en áreas reducidas, el Constructor propondrá al Interventor los métodos de extensión que garanticen la uniformidad y la calidad de la capa.
- Para la Compactación Una vez que el material extendido de la sub-base granular tenga la humedad apropiada, se conformará ajustándose razonablemente a los alineamientos y secciones típicas del proyecto y se compactará con el equipo aprobado por el

Interventor, hasta alcanzar la densidad seca especificada. Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en tal forma que la densidad seca que se alcance no sea inferior a la obtenida en el resto de la capa. La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

- Para la Construcción de la sub-base granular sobre un afirmado existente, Si el proyecto contempla que el afirmado existente forme parte de la capa de sub-base granular, aquel se deberá escarificar en una profundidad de cien milímetros (100 mm) o la que especifiquen los documentos del proyecto o indique el Interventor, y se conformará y compactará de manera de obtener el mismo nivel de compactación exigido a la sub-base granular, en un espesor de ciento cincuenta milímetros (150 mm).
- Si el espesor del afirmado es menor de cien milímetros (100 mm), el Interventor podrá autorizar que el material de sub-base granular se mezcle con el del afirmado, previa la escarificación de éste. En todo caso, se deberán respetar los espesores de capa mencionados en el numeral 320.4.5.
- Para la Apertura al tránsito, Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie. El Constructor deberá responder por los daños producidos por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones del Interventor.
- Para bacheos, Las excavaciones para la reparación de un pavimento asfáltico existente de estructura convencional (capas asfálticas densas, base granular y subbase granular), cuya profundidad sea superior a trescientos milímetros (300 mm) se deberán rellenar con material de sub-base granular desde el fondo de la excavación hasta una profundidad de doscientos cincuenta milímetros (250 mm) por debajo de la rasante existente, material que deberá ser compactado con el equipo adecuado hasta alcanzar la densidad seca especificada. Teniendo en cuenta que algunos pavimentos asfálticos de la red vial nacional tienen estructuras muy gruesas y complejas, debido a que han sido sometidos a varias intervenciones de rehabilitación, el eventual uso de materiales de sub-base granular en las operaciones de bacheo en ellos se deberá definir en los documentos del respectivo proyecto, o, en su defecto, será establecido por el Interventor.
- Conservación de la Subbase, El Constructor deberá conservar la capa de sub-base granular en las

- Condiciones en las cuales le fue aceptada por el Interventor hasta el momento de ser recubierta por la capa inmediatamente superior, aun cuando aquella sea librada parcial o totalmente al tránsito público. Durante dicho lapso, el Constructor deberá reparar, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, todos los daños que se produzcan en la sub-base granular y restablecer el mismo estado en el cual ella se aceptó.
- Para el manejo ambiental, Rige lo indicado en el numeral 300.4.8 del Artículo 300.

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

**Control de procedencia:** De cada fuente de agregados pétreos y por cada dos mil metros cúbicos (2 000 m3) del material de un mismo tipo, se deben tomar cuatro (4) muestras representativas para realizar los ensayos especificados en la Tabla 320 — 2. Los resultados deben satisfacer las exigencias indicadas en dicha tabla, so pena de rechazo de los materiales deficientes. Estos ensayos se deben repetir durante el suministro siempre que se produzca un cambio de procedencia, y no se puede utilizar el material hasta contar con los resultados de ensayo y la aprobación del interventor. Durante esta etapa, el interventor debe comprobar, además, que el material de descapote de la fuente sea retirado correctamente y que todas las vetas de material granular inadecuado sean descartadas.

**Control de producción:** Durante la etapa de producción, se deben exa minar las descargas a los acopios y se debe ordenar el retiro de los agregados que, a sim ple vista, contengan tierra vegetal, presenten restos de materia orgánica, o tamaños superiores al máximo especificado. Así mismo, se debe ordenar que se acopien por separado aquellos que presenten una anomalía evidente de aspecto, como distinta coloración, plasticidad o segregación. Al material ya colocado en la vía se le deben realizar controles con la frecuencia que se indica en la Tabla 320 — 4.

| Ensayo | Norma de ensayo INV | Frecuencia |
|---|---|---|
| Granulometría | E-213 | Una (1) vez por jornada |
| Límite líquido | E-125 | Una (1) vez por jornada |
| Índice de Plasticidad | E-125 y E-126 | Una (1) vez por jornada |
| Desgaste en máquina de Los Ángeles | E-218 | Una (1) vez por semana |
| Equivalente de arena | E-133 | Una (1) vez por semana |
| Ensayo modificado de compactación | E-142 | Una (1) vez por semana |
| CBR de laboratorio | E-148 | Una (1) vez por semana |

El interventor puede reducir la frecuencia de los ensayos a la mitad de lo indicado en la Tabla 320 — 4, siempre que considere que los materiales son suficientemente homogéneos, o si en el control de recibo de la obra terminada hubiese aceptado sin objeción diez (10) lotes consecutivos.

En el caso de mezcla de dos (2) o más materiales, los controles se realizarán sobre el material mezclado y con la fórmula de trabajo aprobada para el proyecto. Cuando el Interventor

considere que las características del material que está siendo explotado en una fuente han cambiado, se deberán repetir todos los ensayos especificados en la Tabla 320 - 2 y adoptar los correctivos que sean necesarios. No se permitirá el empleo de materiales que no satisfagan los requisitos de calidad indicados en el numeral 320.2.2.

En la eventualidad de que el resultado de alguna prueba sea insatisfactorio, se tomarán dos (2) muestras adicionales del material y se repetirá la prueba. Los resultados de ambos ensayos deberán ser satisfactorios o, de lo contrario, el Interventor no autorizará la utilización del material al cual representen dichos ensayos.

Para la Conservación de las propiedades de los agregados, Los agregados no deberán sufrir una degradación excesiva con motivo de su manejo y compactación en obra. Para verificarlo, cada semana se tomarán muestras representativas del material colocado y compactado durante la semana previa, las cuales se someterán a los ensayos que se indican en la Tabla 320 - 5. Los resultados de estos ensayos deberán satisfacer las exigencias indicadas en el numeral 320.2.2. Si no las cumplen, se suspenderá inmediatamente el empleo del material y se delimitará el área donde se haya utilizado, la cual deberá ser demolida y reconstruida por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, empleando un material de subbase granular apropiado y que conserve sus propiedades según se especifica en este numeral.

**ENSAYOS POR REALIZAR**:

Los agregados para la construcción de la subbase granular deben satisfacer los requisitos de calidad indicados en la Tabla 320 — 2. Además, se deben ajustar a alguna de las franjas granulométricas que se muestran en la Tabla 320 — 3.

**Tabla 320 — 2**. Requisitos de los agregados para subbases granulares

| Característica | Norma de ensayo INV | Subbase granular | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Clase A | Clase B | Clase C |
| **Dureza (O)** | | | | |
| Desgaste en la máquina de Los Ángeles (Granulometría A), máximo (%):<br>- 500 revoluciones | E-218 | 50 | 50 | 50 |
| Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%). | E-238 | 30 | 35 | - |
| **Durabilidad (O)** | | | | |
| Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%). (Nota):<br>- Sulfato de sodio<br>- Sulfato de magnesio | E-220 | 12<br>18 | 12<br>18 | 12<br>18 |
| **Limpieza (F)** | | | | |
| Límite líquido, máximo (%). | E-125 | 25 | 25 | 25 |
| Índice de Plasticidad, máximo (%). | E-125 y E-126 | 6 | 6 | 6 |
| Equivalente de arena, mínimo (%). | E-133 | 25 | 25 | 25 |
| Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%). | E-211 | 2 | 2 | 2 |
| **Resistencia del material (F)** | | | | |
| CBR (%): porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro días (4 d) de inmersión, mínimo. | E-148 | 40 | 30 | 30 |

**Tabla 320 — 3.** Franjas granulométricas del material de subbase granular

| Tipo de gradación | Tamiz (mm / U.S. *Standard*) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 50,0 | 37,5 | 25,0 | 12,5 | 9,5 | 4,75 | 2,00 | 0,425 | 0,075 |
| | 2 Pulgadas | 1 ½ Pulgadas | 1 Pulgada | 1/2 Pulgada | 3/8 Pulgada | Nro. 4 | Nro. 10 | Nro. 40 | Nro. 200 |
| | Pasa tamiz (%) | | | | | | | | |
| **SBG-50 (Nota)** | 100 | 70 — 95 | 60 — 90 | 45 — 75 | 40 — 70 | 25 — 55 | 15 — 40 | 6 — 25 | 2 — 15 |
| **SBG-38 (Nota)** | - | 100 | 75 — 95 | 55 — 85 | 45 — 75 | 30 —60 | 20 — 45 | 8 — 30 | 2 —15 |
| **Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)** | 0 % | 7 % | | | | 6 % | | | 3 % |

Nota: el número indica el tamaño máximo, en milímetros, de las partículas en la gradación empleada.

Fuente: Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022 – INVIAS

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el constructor debe dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de otro adyacente y viceversa.

Dentro de la franja elegida, el constructor debe proponer al interventor una fórmula de trabajo a la cual se debe ajustar durante la construcción de la capa, con las tolerancias que se indican en la Tabla 320 — 3, pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada. Una vez

elegida la franja granulométrica, no se puede cambiar por otra sin previa autoriza ción del interventor. Además, la relación entre el porcentaje que pasa el tamiz de 0,075 mm (nro. 200) y el porcentaje que pasa el tamiz de 0,425 mm (nro. 40), no debe exceder de dos tercios (2/3) del espesor de la capa compactada, y el tamaño máximo nominal no debe exceder un tercio (1/3) del mismo espesor.

**Terminado:**

- La capa de subbase granular con agregado siderúrgico terminada debe presentar una superficie uniforme, sin agrietamientos, ba ches, laminaciones ni segregaciones; si el interventor considera que es necesario realizar correcciones por este concepto, debe delimitar el área afectada y el constructor la debe escarificar en un espesor de cien milímetros (100 mm) y después de efectuar las correcciones necesarias, debe mezclar y compactar de nuevo hasta que tanto el área delimitada como las adyacentes, cumplan todos los requisitos exigidos en el presente artículo.
- La rasante de la superficie terminada no debe superar a la teórica en ningún punto, de igual forma no debe quedar por debajo de ella en más de quince milímetros (15 mm). La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la berma no debe ser inferior a la señalada en los documentos del proyecto.
- Cuando los niveles de la rasante no se cum plan por defecto y no existan problemas de encharcamiento, el interventor puede aceptar la superficie siempre que la capa superior a ella compense la disminución con el espesor adicional necesario, sin incremento de costo para INVIAS, de lo contrario, estas áreas deben ser rebajadas, humedecidas, compactadas y terminadas nuevamente hasta cumplir las cotas y el espesor establecidos en los documentos del proyecto y con las exigencias de la presente especificación.
- Cuando no se cumpla por exceso, este se debe corregir por cuenta del constructor, siempre y cuando no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los documentos del proyecto.
- La verificación de los perfiles longitudinales y transversales del proyecto se debe hacer mediante puntos de referencia altimétrica a distancias no superiores a veinte metros (20 m). En las zonas de transición de peraltes, esta verificación se debe realizar cada diez metros (10 m) como máximo. El ancho de la sección en ningún caso debe ser inferior al establecido en los documentos del proyecto.

**Compactación:** Para efectos del control, se debe considerar como lote, que se acepta o rechaza en con junto, la menor área construida que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- Quinientos metros (500 m) de capa compactada en el ancho total de la base granular.

- Tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m2) de base granular compactada.
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.
- La obra ejecutada con el mismo material, de la misma procedencia y con el mismo equipo y procedimiento de trabajo.

Los sitios para la determinación de la densidad de la capa se deben elegir al azar, según la norma de ensayo INV E-730, pero de manera que se realice al menos una (1) Art. 330 INV E-142 (ensayo modificado de compactación) sobre una muestra representativa del mismo. prueba por hectómetro. Se deben efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote. Para el control de la compactación de una capa de base granular, se debe calcular su grado de compactación, a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de relaciones contenido de agua-peso unitario (ensayo modificado de compactación), mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

Material sin sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,máx}} * 100 \quad [330.1]$$

Material con sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{C\gamma_{d,máx}} * 100 \quad [330.2]$$

***GCi** , valor individual del grado de compactación, en porcentaje.*

***γd,i** , valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, determinado por cual quier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162 y E-164, sin efectuar corrección por presencia de sobretamaños, de manera que corresponda a la muestra total.*

*γd,máx , valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 (ensayo modificado de compactación) sobre una muestra representativa del mismo.*

*Cγd,máx , valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 sobre una muestra representativa del mismo, y corregido por sobretamaños según la norma de ensayo INV E-143, numeral 3.1, de manera que corresponda a la muestra total.*

Sobretamaños (fracción gruesa) (PFG ), porción de la muestra total retenida en el tamiz de control correspondiente al método utilizado para realizar el ensayo de compactación (norma INV E-142). El peso unitario seco máximo corregido del material (Cγd,máx ) que se use para calcular el grado de compactación individual (GCi ) se debe obtener, para cada sitio, a partir del contenido de sobretamaños (PFG ) presente en ese sitio. Para la aceptación del lote se deben aplicar los siguientes criterios:

GCI (90) ≥ 95 % se acepta el lote

GCI (90) < 95 % se rechaza el lote

**GCI (90),** límite inferior del intervalo de con f ianza en el que, con una probabilidad del noventa por ciento (90 %), se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje; se calcula según el numeral 107.3.1.3 del artículo 107, Control y aceptación de los trabajos, a partir de los valores individuales del grado de compacta ción (GCi ).

**Espesor:** Sobre la base de los sitios escogidos para el control de la compactación, el interventor debe determinar el espesor medio de la capa compactada (em ), el cual no debe ser inferior al espesor de diseño (ed ).

$$e_m \geq e_d$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (ei ) debe ser, cuando menos igual al noventa por ciento (90 %) del espesor de diseño (ed ). Se admite solo un (1) valor por debajo de dicho límite, siempre y cuando este valor sea igual o mayor al ochenta y cinco por ciento (85 %) del espesor de diseño.

$$e_i \geq 0{,}90 * e_d$$

Si se incumple alguno de estos requisitos, el constructor debe escarificar la capa en un espesor mínimo de cien milímetros (100 mm), añadir el material necesario de las mismas características, compactar nuevamente y ter minar la capa conforme lo exige el presente artículo. Si el espesor medio (em ) resulta inferior al espesor de diseño (ed ), pero ningún valor individual es inferior al noventa por ciento (90 %) del espesor de diseño, el interventor puede admitir el espesor construido, siempre que el constructor se comprometa, por escrito, a compensar la disminución con el espesor adicional necesario de la capa superior, sin que ello implique ningún incremento en los cos tos para INVÍAS. Si el constructor no suscribe este compromiso, se debe proceder como en el párrafo anterior.

**Regularidad:** Se debe comprobar la uniformidad de la superficie de la obra ejecutada mediante la regla de tres metros (3 m), según la norma de en sayo INV E-793, en todos los sitios que el interventor considere conveniente. La regla se debe colocar tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía y no se deben admitir variaciones superiores a veinte milímetros (20 mm) para cualquier punto que no esté afecta do por un cambio de pendiente.

Cualquier área donde se detecten irregularidades que excedan esta tolerancia, debe ser delimitada por el interventor y el constructor debe corregirla con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia es obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada hasta alcanzar los niveles de compactación exigidos en el presente artículo.

**MATERIALES:**

- Subbase granular

**EQUIPOS:**

- Carrotanque de agua 10000 litros

| |
|---|
| • Motoniveladora 120 hp<br>• Bulldozer d-6<br>• Vibrocompactador 8 ton |
| **TRANSPORTE**: N/A |
| **DESPERDICIOS:** N/A |
| **MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios. |
| **ÍTEM DE PAGO:** 3.1. SUBBASE GRANULAR |
| **MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** La subbase granular con agregado siderúrgico se mide según lo descrito en el numeral 300.6.1 del artículo 300. |
| **NO CONFORMIDAD:** Cuando no se cumplan con el material no cumpla con las especificaciones del estudio de suelos, compactación, granulometría y calidades requeridas para la ejecución correcta de la actividad. |

## 6. *BASE GRANULAR*

| |
|---|
| **ESPECIFICACION:** ITEM: 3.2 |
| **UNIDAD DE MEDIDA:** M3 |
| **DESCRIPCIÓN:**<br><br>Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material de subbase granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto o establecidos por el Interventor. Para los efectos de estas especificaciones, se denomina sub-base granular a la capa o capas granulares localizadas entre la subrasante y la base granular o estabilizada, en todo tipo de pavimento, sin perjuicio de que los documentos del proyecto le señalen otra utilización.<br><br>**Clases de sub-base granular**<br><br>Se definen tres clases de subbase granular, en función de la calidad de los agregados (clases A, B y C), como se indica en el numeral 320.2.2 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022 – INVIAS. Así mismo, se debe definir el tipo de granulometría que se va a emplear.<br><br>Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, las clases de subbase granular se deben usar como se indica en la siguiente Tabla, en función del nivel de tránsito del proyecto, definido en el artículo 100, Ámbito de aplicación, términos y definiciones.<br><br>**Tabla 330 — 1**. Uso típico de las diferentes clases de subbase granular |

| Clase de base granular | Nivel de tránsito |
|---|---|
| Clase A | NT3 |
| Clase B | NT2 |
| Clase C | NT1 |

**PROCEDIMIENTO POR EJECUTAR**

- El interventor solo debe autorizar la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual se debe asentar tenga la compactación apropiada, así como las cotas y las secciones indicadas en los documentos del proyecto, con las tolerancias establecidas. Además, debe estar concluida la construcción de los desagües y los filtros necesarios para el drenaje de la calzada.
- Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en la especificación de la capa de la cual forma parte, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el constructor debe hacer las correcciones necesarias, las cuales deben ser aprobadas por el interventor.
- La base granular no se debe extender sobre superficies que presenten capas blandas, arcillosas u orgánicas.
- El transporte y el almacenamiento de mate riales deben cumplir lo establecido en los numerales 300.4.5 y 300.4.3 del artículo 300, de las especificaciones Invias 2022.

**Colocación, extensión y conformación del material:**

- La colocación del material sobre la capa subyacente se debe hacer en una longitud que no sobrepase mil quinientos metros (1 500 m) de las operaciones de extensión, conformación y compactación del material
- El material se debe disponer en un cordón de sección uniforme donde el interventor debe verificar su homogeneidad. Si la capa de base granular se va a construir mediante la combinación de dos (2) o más materiales, su mezcla, se puede realizar en planta o directa mente en el sitio.
- En el caso de realizar la mezcla en planta, se debe agregar la dosificación requerida de agua para luego transportar el material a su sitio de colocación; y en el caso en el que se vaya a realizar la mezcla directamente en el sitio, esta se debe hacer en un patio fuera de la vía, por cuanto su mezcla dentro del área de colocación no está permitida. La mezcla se debe realizar en seco y posteriormente se debe agregar el agua que sea requerida.
- En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr el contenido de agua óptimo de compactación, el constructor debe emplear el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje el material con un contenido de agua uniforme. Este, después de humedecido o aireado, se debe

extender en todo el ancho previsto en una capa uniforme que permita obtener el espesor y el grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

- El material se debe extender de tal forma, que no requiera mayor manipulación para obtener el espesor, el ancho y el bombeo especifica dos en los diseños, evitando en lo posible adiciones de forma sectorizada.
- En todo caso, la cantidad de material extendido debe ser tal, que el espesor de la capa com pactada no resulte inferior a cien milímetros (100 mm) ni superior a doscientos milímetros (200 mm). Si el espesor de base compactada por construir es superior a doscientos milíme tros (200 mm), el material se debe colocar en dos o más capas, procurándose que el espesor de ellas sea sensiblemente igual y nunca inferior a cien milímetros (100 mm). El mate rial extendido debe mostrar una distribución granulométrica uniforme, sin segregaciones evidentes. El interventor no debe permitir la colocación de la capa siguiente, antes de verificar y aprobar la compactación de la precedente, siguiendo lo estipulado en la sección 330.5.2.2.2 de esta especificación. A menos que el interventor apruebe algún procedimiento alternativo, la capa ya compactada se debe escarificar superficialmente con el propósito de ligarla con la siguiente.

**Compactación**

- Una vez que el material extendido de la base granular tenga el contenido de agua apropiado, entendido como el contenido de agua igual que el óptimo, necesario para asegurar la densidad de diseño requerida, se debe conformar ajustándose a los alineamientos y las secciones típicas del proyecto y se debe compactar con el equipo aprobado por el interventor, hasta alcanzar la densidad seca especificada.
- Aquellas zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan el uso del equipo que normalmente se utiliza, se deben compactar con los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades secas que se alcancen no sean inferiores a la obtenida en el resto de la capa.
- La compactación se debe efectuar longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido una longitud no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se debe hacer del borde inferior al superior.
- La última capa extendida debe garantizar una superficie lisa y apropiada para la conformación de las capas superiores.

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

**Control de procedencia:** De cada fuente de agregados pétreos y por cada dos mil metros cúbicos (2 000 m3) del material de un mismo tipo, se deben tomar cuatro (4) muestras

representativas para realizar los ensayos especificados en la Tabla 320 — 2. Los resultados deben satisfacer las exigencias indicadas en dicha tabla, so pena de rechazo de los materiales deficientes. El ensayo para determinar el valor de azul de metileno sobre el agregado combinado solo es necesario si el valor del equivalente de arena es inferior a treinta por ciento (< 30 %), pero es igual o superior a veinticinco por ciento (≥ 25 %). Durante esta etapa, el interventor debe comprobar, además, que el material del descapote de la fuente sea retirado correctamente y que todas las vetas de material granular inadecuado sean descartadas.

**Control de producción:** Durante la etapa de producción, se deben exa minar las descargas a los acopios y se debe ordenar el retiro de los agregados que, a sim ple vista, contengan tierra vegetal, presenten restos de materia orgánica, o tamaños superiores al máximo especificado. Así mismo, se debe ordenar que se acopien por separado aquellos que presenten una anomalía evidente de aspecto, como distinta coloración, plasticidad o segregación.

| Característica | Norma de ensayo INV | Frecuencia |
|---|---|---|
| Granulometría | E-213 | Una (1) vez por jornada |
| Límite líquido | E-125 | Una (1) vez por jornada |
| Índice de Plasticidad | E-125 y E-126 | Una (1) vez por jornada |
| Equivalente de arena | E-133 | Una (1) vez por semana |
| Valor de azul de metileno (si aplica) | E-235 | Una (1) vez por semana |
| Ensayo modificado de compactación | E-142 | Una (1) vez por semana |
| CBR de laboratorio | E-148 | Una (1) vez por semana |

El interventor puede reducir la frecuencia de los ensayos a la mitad de lo indicado en la Tabla 320 — 4, siempre que considere que los materiales son suficientemente homogéneos, o si en el control de recibo de la obra terminada hubiese aceptado sin objeción diez (10) lotes consecutivos.
En el caso de mezcla de dos (2) o más materiales, los controles se realizarán sobre el material mezclado y con la fórmula de trabajo aprobada para el proyecto. Cuando el Interventor considere que las características del material que está siendo explotado en una fuente han cambiado, se deberán repetir todos los ensayos especificados en la Tabla 320 - 2 y adoptar los correctivos que sean necesarios. No se permitirá el empleo de materiales que no satisfagan los requisitos de calidad indicados en el numeral 320.2.2.

**Terminado:**

- La capa de base granular terminada debe presentar una superficie uniforme, sin agrietamientos, baches, laminaciones ni segregaciones. La matriz de agregado fino no se debe desplazar bajo la acción del barrido o del tránsito normal. Si el interventor considera que es necesario realizar correcciones por este concepto, debe delimitar el

área afectada y el constructor la debe escarificar en un espesor de cien milímetros (100 mm) y, después de efectuar las correcciones necesarias, debe mezclar y compactar de nuevo hasta que, tanto el área delimitada como las adyacentes, cumplan todos los requisitos exigidos en el presente artículo.

- La rasante de la superficie terminada no debe superar a la teórica en ningún punto. Tampoco debe quedar por debajo de ella en más de quince milímetros (15 mm). En perfiles transversales cada veinte metros (20 m), se debe comprobar el ancho de la capa extendida, que en ningún caso debe ser inferior al establecido en los documentos del proyecto.
- Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existan problemas de encharcamiento, el interventor puede aceptar la superficie siempre que la capa superior a esta compense la disminución con el espesor adicional necesario, sin que ello implique costo para INVÍAS. De lo contrario estas áreas deben ser rebajadas, humedecidas, compactadas y ter minadas nuevamente, hasta cumplir las cotas y el espesor establecidos en los documentos del proyecto y con las exigencias de la presente especificación.
- Cuando la tolerancia sea rebasada por exceso, el constructor debe corregirlo por su cuenta, siempre que esto no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los documentos del proyecto.

**Compactación:** Para efectos del control, se debe considerar como lote, que se acepta o rechaza en con junto, la menor área construida que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- Quinientos metros (500 m) de capa compactada en el ancho total de la base granular.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m2) de base granular compactada.
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.
- La obra ejecutada con el mismo material, de la misma procedencia y con el mismo equipo y procedimiento de trabajo.

Los sitios para la determinación de la densidad de la capa se deben elegir al azar, según la norma de ensayo INV E-730, pero de manera que se realice al menos una (1) Art. 330 INV E-142 (ensayo modificado de compactación) sobre una muestra representativa del mismo. prueba por hectómetro. Se deben efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote. Para el control de la compactación de una capa de base granular, se debe calcular su grado de compactación, a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de relaciones contenido de agua-peso unitario (ensayo modificado de compactación), mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

Material sin sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,máx}} * 100 \quad [330.1]$$

Material con sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{C\gamma_{d,máx}} * 100 \quad [330.2]$$

***GCi** , valor individual del grado de compactación, en porcentaje.*

***γd,i** , valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, determinado por cual quier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162 y E-164, sin efectuar corrección por presencia de sobretamaños, de manera que corresponda a la muestra total.*

*γd,máx , valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 (ensayo modificado de compactación) sobre una muestra representativa del mismo.*

*Cγd,máx , valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 sobre una muestra representativa del mismo, y corregido por sobretamaños según la norma de ensayo INV E-143, numeral 3.1, de manera que corresponda a la muestra total.*

Sobretamaños (fracción gruesa) (PFG ), porción de la muestra total retenida en el tamiz de control correspondiente al método utilizado para realizar el ensayo de compactación (norma INV E-142). El peso unitario seco máximo corregido del material (Cγd,máx ) que se use para calcular el grado de compactación individual (GCi ) se debe obtener, para cada sitio, a partir del contenido de sobretamaños (PFG ) presente en ese sitio. Para la aceptación del lote se deben aplicar los siguientes criterios:

GCI (90) ≥ 98 % se acepta el lote

GCI (90) < 98 % se rechaza el lote

**GCI (90),** límite inferior del intervalo de con f ianza en el que, con una probabilidad del noventa por ciento (90 %), se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje; se calcula según el numeral 107.3.1.3 del artículo 107, Control y aceptación de los trabajos, a partir de los valores individuales del grado de compacta ción (GCi ).

**Espesor:** Sobre la base de los sitios escogidos para el control de la compactación, el interventor debe determinar el espesor medio de la capa compactada (em ), el cual no debe ser inferior al espesor de diseño (ed ).

**em ≥ ed**

Además, el espesor obtenido en cada determi nación individual (ei ) debe ser, cuando menos igual al noventa por ciento (90 %) del espesor de diseño (ed ). Se admite solo un (1) valor por debajo de dicho límite, siempre y cuando este valor sea igual o mayor al ochenta y cinco por ciento (85 %) del espesor de diseño.

$$e_i \geq 0{,}90 * e_d$$

Si se incumple alguno de estos requisitos, el constructor debe escarificar la capa en un espesor mínimo de cien milímetros (100 mm), añadir el material necesario de las mismas características, compactar nuevamente y ter minar la capa conforme lo exige el presente artículo. Si el espesor medio ($e_m$ ) resulta inferior al espesor de diseño (ed ), pero ningún valor individual es inferior al noventa por ciento (90 %) del espesor de diseño, el interventor puede admitir el espesor construido, siempre que el constructor se comprometa, por escrito, a compensar la disminución con el espesor adi cional necesario de la capa superior, sin que ello implique ningún incremento en los cos tos para INVÍAS. Si el constructor no suscribe este compromiso, se debe proceder como en el párrafo anterior.

**Planicidad:** Se debe comprobar la uniformidad de la superficie de la obra ejecutada mediante la regla de tres metros (3 m), según norma de ensayo INV E-793, en todos los sitios que el interventor lo considere conveniente. La regla se debe colocar tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, y no se deben admitir variaciones superiores a diez milímetros (10 mm) para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de pendiente. Cualquier área donde se detecten irregularidades que excedan esta tolerancia, debe ser delimitada por el interventor, y el constructor la debe corregir con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, es obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada, hasta alcanzar los niveles de compactación exigidos en el presente artículo.

**ENSAYOS POR REALIZAR:**

Los agregados para la construcción de la subbase granular deben satisfacer los requisitos de calidad indicados en la Tabla 320 — 2. Además, se deben ajustar a alguna de las franjas granulométricas que se muestran en la Tabla 320 — 3.

**Tabla 330 — 2**. Requisitos de los agregados para bases granulares

| Característica | Norma de ensayo INV | Base granular | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Clase A | Clase B | Clase C |
| **Dureza (O)** | | | | |
| Desgaste en la máquina de Los Ángeles (Granulometría A), máximo (%):<br>- 500 revoluciones<br>- 100 revoluciones | E-218 | <br>35<br>7 | <br>40<br>8 | <br>40<br>8 |
| Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%). | E-238 | 25 | 30 | - |
| Evaluación de la resistencia mecánica por el método del 10 % de finos:<br>- Valor en seco, mínimo (kN)<br>- Relación húmedo/seco, mínimo (%) | E-224 | <br>90<br>75 | <br>70<br>75 | <br>-<br>- |
| **Durabilidad (O)** | | | | |
| Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%). (Nota 1):<br>- Sulfato de sodio<br>- Sulfato de magnesio | E-220 | <br>12<br>18 | <br>12<br>18 | <br>12<br>18 |
| **Limpieza (F)** | | | | |
| Límite líquido, máximo (%). | E-125 | - | - | 25 |
| Índice de Plasticidad, máximo (%). | E-125 y E-126 | 0 | 0 | 3 |
| Equivalente de arena, mínimo (%). | E-133 | 30 | 30 | 30 |
| Valor de azul de metileno, máximo (Nota 2). | E-235 | 10 | 10 | 10 |
| Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%). | E-211 | 2 | 2 | 2 |
| **Geometría de las Partículas (F)** | | | | |
| Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%). | E-230 | 35 | 35 | 35 |
| Caras fracturadas, mínimo (%). (Nota 3):<br>- Una cara<br>- Dos caras | E-227 | <br>90<br>85 | <br>70<br>50 | <br>50<br>- |
| Angularidad de la fracción fina, mínimo (%). | E-239 | 35 | 35 | - |
| **Resistencia de material (F)** | | | | |
| CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación mínimo especificado (numeral 330.5.2.2.2); el CBR se debe medir sobre muestras sometidas previamente a cuatro días (4 d) de inmersión. | E-148 | ≥ 95 | ≥ 80 | ≥ 80 |

**Tabla 330 — 3.** Franjas granulométricas del material de base granular

| Tipo de gradación | Tamiz (mm / U.S. *Standard*) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 37,5 | 25,0 | 19,0 | 9,5 | 4,75 | 2,00 | 0,425 | 0,075 |
| | 1½ Pulgadas | 1 Pulgada | 3/4 Pulgada | 3/8 Pulgada | Nro. 4 | Nro. 10 | Nro. 40 | Nro. 200 |
| | Pasa tamiz (%) | | | | | | | |
| **Bases granulares de gradación gruesa** | | | | | | | | |
| **BG-40** | 100 | 75 — 100 | 65 — 90 | 45 — 68 | 30 — 50 | 15 — 32 | 7 — 20 | 0 — 9 |
| **BG-27** | - | 100 | 75 — 100 | 52 — 78 | 35 — 59 | 20 — 40 | 8 — 22 | 0 — 9 |
| **Bases granulares de gradación fina** | | | | | | | | |
| **BG-38** | 100 | 70 — 100 | 60 — 90 | 45 — 75 | 30 — 60 | 20 — 45 | 10 — 30 | 5 — 15 |
| **BG-25** | - | 100 | 70 — 100 | 50 — 80 | 35 — 65 | 20 — 45 | 10 — 30 | 5 — 15 |
| **Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)** | 0 % | 7 % | | | 6 % | | | 3 % |

Fuente: Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022 – INVIAS

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el constructor debe dar lugar a una

curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de otro adyacente y viceversa.

Dentro de la franja elegida, el constructor debe proponer al interventor una fórmula de trabajo a la cual se debe ajustar durante la construcción de la capa, con las tolerancias que se indican en la Tabla 330 — 3, pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada. Una vez elegida la franja granulométrica, esta no se puede cambiar por otra, sin previa autorización del interventor.

Los agregados gruesos, retenidos sobre el tamiz de 4,75 mm (nro. 4), deben ser partí culas resistentes, durables, constituidas de fragmentos de roca o grava. No se deben usar materiales que se quiebran o degradan con los ciclos alternados de humedecimiento-secado.

Los agregados finos, que pasan por el tamiz de 4,75 mm (nro. 4), deben estar constituidos por arenas naturales o trituradas, y por partículas minerales que pasan por el tamiz de 0,075 mm (nro. 200).

Además, la relación entre el porcentaje que pasa el tamiz de 0,075 mm (nro. 200) y el porcentaje que pasa el tamiz de 0,425 mm (nro. 40), no debe exceder de dos tercios (2/3) del espesor de la capa compactada, y el tamaño máximo nominal no debe exceder un tercio (1/3) del mismo espesor.

**MATERIALES:**

- Base granular

**EQUIPOS:**

- Carrotanque de agua 10000 litros
- Motoniveladora 120 hp
- Vibrocompactador 8 ton

**TRANSPORTE**: Para el Transporte y almacenamiento del material El transporte y el almacenamiento de materiales deberán cumplir lo establecido en los numerales 300.4.5 y 300.4.3 de Artículo 300

**DESPERDICIOS:** N/A

**MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios.

**ÍTEM DE PAGO:** 3.2 BASE GRANULAR

**MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** La base granular se debe medir según lo des crito en el numeral 300.6.1 del artículo 300. En el caso de bacheos con material granular de base, se debe aplicar lo señalado en el numeral 300.6.2 del mismo artículo. En todos los casos, la medición de volúmenes de material colocado se debe hacer al metro cúbico (m3), aproximado a la décima (0,1).

**NO CONFORMIDAD:** Cuando no se cumplan con el material no cumpla con las especificaciones del estudio de suelos, compactación, granulometría y calidades requeridas para la ejecución correcta de la actividad.

## 7. *RAJON PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE*

**ESPECIFICACION:** ITEM 3.22

**UNIDAD DE MEDIDA:** M3

**DESCRIPCIÓN:**

Este trabajo consiste en la extensión y la compactación por capas de rajón para mejoramiento, en zonas de dimensiones controladas que permitan, de forma sistemática, la utilización de maquinaria pesada, con destino a crear una plataforma sobre la que se asiente la estructura de pavimento de una carretera.

**PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**

**Preparación de la superficie de apoyo para el pedraplén.**

- Antes de proceder a la colocación y la compactación de los materiales del pedraplén, se debe realizar el desmonte, la limpieza y la excavación de la capa vegetal y el retiro de material inadecuado, de acuerdo con lo establecido en los artículos 200, Desmonte y limpieza, y 210, Excavación de la explanación, canales y préstamos, si ello está previsto en el proyecto; así como la demolición y remoción de estructuras y obstáculos existentes, con forme se indica en el artículo 201, Demolición y remoción.
- Cuando el terreno base esté satisfactoria mente limpio y drenado, se debe escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en la presente especificación, en una profundidad de quince centímetros (15 cm). En el caso de pedraplenes cimentados sobre afirmados o pavimentos existentes, se deben escarificar al menos diez centímetros (10 cm) del material, el cual se debe reducir hasta alcanzar tamaños máximos de diez centímetros (10 cm), para luego regarse, mezclarse y compactarse. Cuando el terreno de fundación sea roca o terreno rocoso, se debe fundar el pedraplén directamente sobre este, en su estado natural.
- En las zonas de ensanche de pedraplenes existentes o en la construcción de estos sobre terreno inclinado, el talud existente o el terreno natural se debe cortar en forma escalonada, de acuerdo con los documentos del proyecto o las instrucciones del interventor, para asegurar la estabilidad del pedraplén nuevo. En terrenos inclinados se considera este procedimiento como obligatorio, cuando se tengan pendientes transversales mayores de veinte por ciento (20 %). Si el material cortado es del mismo tipo que el nuevo y cumple las condiciones exigidas para este, se puede reutilizar mezclándolo con el nuevo para su compactación simultánea. En caso contrario, debe ser trasladado a un sitio de disposición adecuado.

**Extensión de los materiales adecuados de acuerdo con esta especificación para cada capa y zona del pedraplén.**

- El interventor solo debe autorizar la colocación de materiales de pedraplén cuando la superficie de apoyo esté adecuadamente preparada, según se indica en el numeral

221.4.2 de esta especificación. Se exceptúa de esta instrucción el caso en el cual la superficie de apoyo se obtenga por asentamiento de suelos blandos, mediante cargas sucesivas de material de pedraplén, tal como se indica en el mismo numeral.

- El material de pedraplén se debe colocar en capas sensiblemente paralelas a la superficie de la explanación, de espesor uniforme y adecuado para que, con los medios disponibles, los vacíos entre los fragmentos más grandes se llenen con las partículas más pequeñas del mismo material, de modo que se obtenga el nivel de densificación deseado y sin evidencias visibles de que se requiera una mayor compactación en el material.
- El espesor de las capas del pedraplén debe ser el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga la compacidad deseada. A falta de otra especificación, dicho espesor debe ser superior a tres medios (3/2) del tamaño máximo del material a utilizar y al menos sesenta centímetros (60 cm). Salvo autorización expresa del interventor, a propuesta justi ficada del constructor, el espesor máximo de las capas, una vez compactadas, no debe ser nunca superior a uno coma treinta y cinco metros (1,35 m) ni a tres (3) veces el tamaño máximo del agregado.
- El material de cada capa se debe descargar en obra sobre la parte ya extendida de dicha capa y cerca de su frente de avance. Desde esta posición se debe empujar hasta el frente de avance, extendido mediante un equipo provisto con pala de empuje. Se debe realizar la operación de forma que se corrijan las posibles segregaciones del material. En casos especiales se puede regar el pedraplén con agua a presión, siempre que el interventor lo considere conveniente.
- Entre los materiales pétreos empleados en las capas sucesivas de la transición, se deben cumplir las siguientes condiciones:

$$\frac{I_{15}}{S_{85}} < 5 \quad ; \quad \frac{I_{50}}{S_{50}} < 25$$

Ix , abertura del tamiz por el cual pasa el x por ciento en peso del material de la capa inferior.

Sx , abertura del tamiz por el cual pasa el x por ciento en peso de material de la capa superior.

- El espesor total de la transición debe ser de un metro (1 m) o el que fije los documentos del proyecto o las especificaciones particulares, según se establece en el numeral 221.1.2
- El método que se apruebe para compactar las diferentes capas en que se construya el pedraplén debe garantizar la obtención de las compacidades deseadas y, para ello, se deben determinar en la fase de experimentación la granulometría del material, el espesor de cada capa, el equipo de compactación y su número de pasadas.

- Durante la ejecución de las obras, la superficie de las capas debe tener la pendiente transversal necesaria, en general en torno al cuatro por ciento (4 %), para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión y evitar la concentración de flujos. Se deben adelantar las obras de conducción necesarias para guiar las aguas hacia bajantes provisionales que controlen las aguas de escorrentía. Se debe proceder asimismo a la adopción de las medidas protectoras del entorno frente a la acción, erosiva o sedimentaria, del agua de escorrentía, previstas en los documentos del proyecto o indicadas por el interventor.
- Si las cotas finales de la capa de transición resultan superiores a las proyectadas, teniendo en cuenta las tolerancias de esta especificación, el constructor debe retirar el espesor en exceso, mediante un procedimiento que sea aprobado por el interventor.

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo de construcción.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales que se empleen en la construcción del pedraplén cumplan los requisitos de calidad mencionados en los numerales 221.2 y 221.4.3.
- Controlar los espesores y demás requisitos exigidos a las capas compactadas del cuerpo y la transición del pedraplén.
- La granulometría, según las normas de ensayo INV E-213, para materiales con tamaños máximos nominales de hasta cinco (5) pulgadas, o ASTM D5519, para materiales con tamaños superiores a tres (3) pulgadas.
- El desgaste en la máquina de Los Ángeles, de acuerdo con la norma de ensayo INV E-219.

**Tabla 221 — 2.** Verificaciones periódicas de calidad de los materiales

| Ensayo | Norma de ensayo | Frecuencia |
|---|---|---|
| Granulometría | INV E-213<br>ASTM D5519 | Una (1) vez por jornada |
| Desgaste en la máquina de Los Ángeles | INV E-219 | Una (1) vez al mes |

**ENSAYOS POR REALIZAR**:

Se deben efectuar las verificaciones periódicas de la calidad del material que se indican en la siguiente tabla.

El tamaño máximo del agregado debe estar entre los cien y los novecientos milímetros (100 mm – 900 mm).

El porcentaje en peso de partículas menores al tamiz de 19,0 mm (3/4 de pulgada), debe ser inferior al treinta por ciento (30 %).

El porcentaje en peso de partículas que pasen el tamiz de 0,075 mm (nro. 200), debe ser inferior al diez por ciento (10 %).

La curva granulométrica total del material compactado debe estar dentro de la franja definida en la Tabla 221 — 1. Los documentos del proyecto pueden modificar esta franja, adaptándola a las características del material y al proceso que se apruebe para la ejecución de la obra.

Tabla 221 — 1. Otros requisitos granulométricos del material para pedraplenes

| Abertura tamiz (mm) | Pasa tamiz (%) |
|---|---|
| 220 | 90 — 100 |
| 55 | 45 — 60 |
| 14 | 15 — 35 |

Fuente: Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022 – INVIAS

**MATERIALES:**

- Rajón

**EQUIPOS:**

- Vibrocompactador 8 ton
- Retroexcavadora 75 hp

**TRANSPORTE**: N/A

**DESPERDICIOS:** N/A

**MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios.

**ÍTEM DE PAGO:** 3.3 RAJÓN PARA MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE

**MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** La unidad de medida para los pedraplenes debe ser el metro cúbico (m3), aproximado al metro cúbico entero, de material compactado, aceptado por el interventor, en su posición final. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823. Los volúmenes de pedraplén deben ser medidos con base en las áreas de las secciones transversales del proyecto localizado, verificadas por el interventor antes y después de ser ejecutados los trabajos de pedraplenes.

**NO CONFORMIDAD:** Cuando no se cumplan con el material no cumpla con las especificaciones del estudio de suelos, compactación, granulometría y calidades requeridas para la ejecución correcta de la actividad.

## 8. *MEZCLA DENSA EN CALIENTE TIPO MDC-19 Y MDC-25 (INCLUYE CEMENTO ASFÁLTICO)*

**ESPECIFICACION:** ITEM 3.9 Y 3.10

**UNIDAD DE MEDIDA:** M3

**DESCRIPCIÓN:**

Este trabajo consiste en la elaboración, el transporte, la colocación y la compactación de una o más capas de mezcla asfáltica de gradación continua, preparada y colocada en caliente (concreto asfáltico), de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, las cotas, las secciones y los espesores indicados en los documentos del proyecto. La Tabla 450 — 1 relaciona tres tipos de mezclas asfálticas de gradación continua, en función del tipo de granulometría.

Tabla 450 — 1. Tipos de mezclas asfálticas en caliente de gradación continua

| Tipo | Denominación |
|---|---|
| **Por tipo de granulometría** | |
| Mezclas densas | MDC |
| Mezclas semidensas | MSC |
| Mezclas gruesas | MGC |
| **Mezclas especiales** | |
| Mezclas de alto módulo | MAM |

En todo caso el valor del módulo de rigidez por adoptar en el diseño debe ser acorde a las condiciones de temperatura y frecuencia del proyecto. Las mezclas de reciclado en planta y en caliente deben seguir lo especificado en el artículo 462.

**PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**

Las mezclas en caliente objeto del presente artículo se deben diseñar por el método Marshall, de acuerdo con los pasos descritos en la Tabla 450 — 8.

Tabla 450-8. Pasos por seguir para el diseño de mezclas asfálticas en caliente de graduación continua.

| Pasos | Descripción | Numeral |
|---|---|---|
| Diseño preliminar | - Estabilidad y flujo Marshall<br>- Propiedades volumétricas | 450.4.2.2.1 |
| Verificación del diseño preliminar | - Susceptibilidad al agua<br>- Resistencia al ahuellamiento<br>- Módulo de rigidez<br>- Resistencia a la fatiga | 450.4.2.2.2 |

El diseño preliminar que cumpla los requisitos de la Tabla 450 - 9 se debe someter a las pruebas de verificación relacionadas en la Tabla 450 - 10 y cumplir los requisitos allí establecidos. La verificación se debe adelantar en la secuencia indicada en esta tabla; las probetas se deben elaborar con la mezcla definida como óptima en el diseño preliminar mencionado en el numeral anterior.

Tabla 450-9. Criterios para el diseño preliminar de la mezcla asfáltica en caliente de graduación continua por el método Marshall

| Característica | | Norma de Ensayo INV | Mezclas densas, semidensas y gruesas | | | Mezcla de alto módulo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Categoría de tránsito | | | |
| | | | NT1 | NT2 | NT3 | |
| Compactación (golpes/cara) | | E-748 (E-800) (Nota 1) | 50 | 75 (112) | 75 (112) | 75 |
| Estabilidad mínima (N) | | | 5 000 | 7 500 (16 875) | 9 000 (20 250) | 15 000 |
| Flujo (mm). (Nota 2) | | | 2,0 — 4,0 | 2,0 — 4,0 (3,0 — 6,0) | 2,0 — 3,5 (3,0 — 5,3) | 2,0 — 3,0 |
| Relación Estabilidad/Flujo (kN/mm) | | | 2,0 — 4,0 | 3,0 — 5,0 (4,5 — 7,5) | 3,0 — 6,0 (4,5 — 9,0) | - |
| Vacíos con aire (Va) (%). (Nota 3) | Rodadura | E-736 E-799 | 3,0 — 5,0 | 3,0 — 5,0 | 3,0 — 5,0 | 4,0 — 6,0 |
| | Intermedia | | 4,0 — 8,0 | 4,0 — 7,0 | 4,0 — 7,0 | 4,0 — 6,0 |
| | Base | | NA | 5,0 — 8,0 | 5,0 — 8,0 | 4,0 — 6,0 |

| Característica | | Norma Ensayo INV | Mezclas densas, semidensas y gruesas | | | Mezcla de alto módulo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Categoría de tránsito | | | |
| | | | NT1 | NT2 | NT3 | |
| Vacíos en los agregados minerales (VAM), mínimo (%) | T. Máx. 38 mm | E-799 | 13,0 | | | - |
| | T. Máx. 25 mm | | 14,0 | | | 14,0 |
| | T. Máx. 19 mm | | 15,0 | | | - |
| | T. Máx. 10 mm | | 16,0 | | | - |
| Vacíos llenos de asfalto (VFA) (%) | | E-799 | 65 — 80 | 65 — 78 | 65 — 75 | 63 — 75 |
| Relación Llenante/Ligante efectivo, en peso | | E-799 | 0,8 — 1,2 | | | 1,2 — 1,4 |
| Concentración de llenante, valor máximo | | E-745 | Valor crítico | | | |
| Evaluación de propiedades de empaquetamiento por el método Bailey | | - | Reportar | | | |
| Espesor promedio de película de asfalto, mínimo (µm) | | E-741 | 7,5 | | | |

La verificación de los parámetros del comportamiento de las mezclas asfálticas en caliente de gradación continua se designa teniendo en cuenta cuatro niveles de comportamiento:

- Nivel 1: Compactación: Marshall + sensibilidad al agua.
- Nivel 2: Nivel 1 + Ahuellamiento: Resistencia a la deformación plástica o Resistencia al ahuellamiento.
- Nivel 3: Nivel 2 + Módulos de rigidez: Módulo complejo y/o Módulo resiliente.

• Nivel 4: Nivel 3 + Fatiga: Leyes de fatiga. El constructor debe reportar el nivel de comportamiento de cada mezcla asfáltica del proyecto.

Las probetas se deben elaborar con la mezcla definida como óptima, con las mismas condiciones de compactación. Se recomienda que, para los niveles de exigencia 2, 3 y 4, las probetas a utilizar en los ensayos de verificación de mezclas asfálticas sean extraídas de placas compactadas. Se permite la elaboración de probetas con compactador de placa según lo estipulado en la norma UNE-EN 12697-33. Se da la posibilidad de fabricar placas compactadas usando otros métodos alternos de compactación, siempre que representen las condiciones reales de la mezcla según las condiciones del lugar de ejecución del trabajo.

Tabla 450 — 10. Verificación de los parámetros de comportamiento de mezclas asfálticas

| Propiedad | Norma de ensayo | Criterio | Condiciones recomendadas del ensayo | Unidades | Valor | Aplicabilidad obligatoria |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sensibilidad al agua** | | | | | | |
| Susceptibilidad al agua | INV E-725 | Resistencia retenida | 25 °C, condición seca y húmeda | % | ≥ 80 | Todos los tipos de mezclas |
| **Ahuellamiento (Nota 1)** | | | | | | |
| Resistencia a la deformación plástica | INV E-756 | Resistencia a la deformación plástica | Velocidad de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, a la temperatura media anual del aire > 24 °C | µm/min | ≤ 15 | Tránsito NT3: para capas de rodadura e intermedia |
| | | | | | | MAM-25 |
| | | | | | | MAM 19 |
| | | | | | | Todas las mezclas (Opcional) |
| | | | Velocidad de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, a la temperatura media anual del aire ≤ 24 °C | µm/min | ≤ 20 | Tránsito NT3: para capas de rodadura e intermedia |
| | | | | | | MAM-25 |
| | | | | | | MAM 19 |
| | | | | | | Todas las mezclas (Opcional) |
| **Módulos de rigidez** | | | | | | |
| Módulo resiliente | INV E-749 | Módulo resiliente | Mezclas compactadas con 75 golpes por cara, a 20 °C a 10 Hz | MPa | ≥ 10 000 | MAM-25 |
| | | | | | ≥ 8 000 | MAM-19 |
| | | | | | Reportar (Nota 2) | Todas las mezclas (Opcional) |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Módulo complejo | UNE-EN 12697-26 (Anexo D: de tracción/ compresión directa) | Valor absoluto del módulo complejo \|E*\| | 20 °C, 10 Hz | MPa | Reportar (Nota 2) | Tránsito NT3: Todos los tipos de mezclas |
| | | | | | | MAM-25 |
| | | | | | | MAM-19 |
| | | | | | | Todas las mezclas (Opcional) |
| | | | Temperatura y frecuencia según la Nota 3 y la Nota 4 | MPa | Reportar (Nota 2) | Tránsito NT3: Todos los tipos de mezclas |
| | | | | | | MAM-25 |
| | | | | | | MAM-19 |
| | | | | | | Todas las mezclas (Opcional) |
| **Fatiga** | | | | | | |
| Leyes de fatiga | INV E-808 INV E-784 UNE-EN 12697-24 | Deformación a un millón de ciclos $\epsilon_6$ | 20 °C, frecuencia entre 10 Hz y 20 Hz | µm | ≥ 130 | MAM-25 |
| | | | | | ≥ 100 | MAM-19 |
| | | | | | Reportar (Nota 2) | Tránsito NT3: Todos los tipos de mezclas |
| | | | | | | Todas las mezclas (Opcional) |
| | | | Temperatura y frecuencia según la Nota 3 y la Nota 4 | µm | Reportar (Nota 2) | MAM-25 |
| | | | | | | MAM-19 |
| | | | | | | Tránsito NT3: Todos los tipos de mezclas |
| | | | | | | Todas las mezclas (Opcional) |

| Propiedad | Norma de ensayo | Criterio | Condiciones recomendadas del ensayo | Unidades | Valor | Aplicabilidad obligatoria |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Leyes de fatiga | INV E-808 INV E-784 UNE-EN 12697-24 | Pendiente -1/b de la recta de fatiga | 20 °C, frecuencia entre 10 Hz y 20 Hz | - | Reportar (Nota 2) | MAM-25 |
| | | | | | | MAM-19 |
| | | | | | | Tránsito NT3: Todos los tipos de mezclas |
| | | | | | | Todas las mezclas (Opcional) |
| | | | Temperatura y frecuencia según la Nota 3 y la Nota 4 | - | Reportar (Nota 2) | MAM-25 |
| | | | | | | MAM-19 |
| | | | | | | Tránsito NT3: Todos los tipos de mezclas |
| | | | | | | Todas las mezclas (Opcional) |

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

Durante la etapa de producción, se deben examinar las descargas a los acopios y se debe ordenar el retiro de los agregados que, a simple vista, contengan tierra vegetal, presenten restos de materia orgánica, o tamaños superiores al máximo especificado. También, se debe ordenar acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas alargadas o aplanadas, y plasticidad, y se debe

vigilar la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores. Además, se deben efectuar las verificaciones de calidad indicadas en la Tabla 450 — 11 para los agregados grueso y fino, y en la Tabla 450 — 12 para la llenante mineral de aporte.

Tabla 450 — 11. Ensayos de verificación sobre los agregados para mezclas en caliente de gradación continua

| Característica | Norma de ensayo | Frecuencia |
|---|---|---|
| **Composición (F)** | | |
| Granulometría | INV E-213 | 1 por jornada |
| **Dureza, agregado grueso (O)** | | |
| Desgaste en la máquina de Los Ángeles | INV E-218 | 1 por mes |
| Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval | INV E-238 | 1 por mes |
| Resistencia mecánica por el método del 10% de finos | INV E-224 | 1 por mes |
| Coeficiente de pulimiento acelerado para rodadura | INV E-232 | Cuando cambie la procedencia de los agregados |

| Característica | Norma deEnsayo | Frecuencia |
|---|---|---|
| **Durabilidad (O)** | | |
| Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio | INV E-220 | 1 por mes |
| **Análisis petrográfico (Nota 1)** | | |
| Porcentajes relativos de los diferentes minerales y las tipologías de rocas que componen el agregado | ASTM C295/UNE 932 | 1 por año |
| **Limpieza, agregado grueso (F)** | | |
| Impurezas en agregado grueso | INV E-237 | 1 por semana |
| **Limpieza, gradación combinada (F)** | | |
| Índice de plasticidad | INV E-125 y INV E-126 | 1 por jornada |
| Equivalente de arena | INV E-133 | 1 por semana |
| Valor de azul de metileno | INV E-235 | 1 por semana |
| **Geometría de las partículas, agregado grueso (F)** | | |
| Índices de alargamiento y aplanamiento | INV E-230 | 1 por semana |
| Partículas planas y alargadas, relación 5:1 | INV E-240 | 1 por semana |
| Caras fracturadas | INV E-227 | 1 por jornada |
| **Geometría de las partículas, agregado fino (F)** | | |
| Angularidad de la fracción fina, método A | INV E-239 | 1 por jornada |
| **Adhesividad, gradación (O)** | | |
| Agregado grueso: cubrimiento de los agregados con materiales asfálticos en presencia del agua hirviendo. | INV E-757 | Cuando cambie la procedencia de los agregados |
| Agregado fino: adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos (método Riedel-Weber). | INV E-739 | |
| **Gravedad específica** | | |
| Gravedad específica y absorción | INV E-222 y INV E-223 | 1 por mes y siempre que cambie la procedencia de agregados |

Tabla 450 — 12. Ensayos de verificación sobre el llenante mineral de aporte para mezclas en caliente de gradación continua

| Característica | Norma de ensayo INV | Frecuencia |
|---|---|---|
| Granulometría | E-215 | 1 por suministro |
| Densidad bulk | E-225 | 1 vez a la semana y siempre que cambie la procedencia del llenante |
| Vacíos del llenante seco compactado (%) | E-229 | 1 vez a la semana y siempre que cambie la procedencia del llenante |

**Contenido de asfalto:**

- Sobre tres (3) muestras de la mezcla elaborada correspondiente a un (1) lote, definido como se indica en el numeral 450.5.2.5.1, se debe determinar el contenido de asfalto residual (norma de ensayo INV E-732). El porcentaje de asfalto residual promedio del lote (ART %) debe tener una tolerancia de cero coma tres por ciento (0,3 %), respecto del óptimo definido en la fórmula de trabajo (ARF %).

$$ARF\ \% - 0{,}3\ \% \leq ART\ \% \leq ARF\ \% + 0{,}3\ \%$$

- A su vez, el contenido de asfalto residual de cada muestra individual (ARI %), no puede diferir del valor promedio (ART %) en más de cero coma cinco por ciento (0,5 %), admitiéndose un (1) solo valor fuera de ese intervalo.

$$ART\ \% - 0{,}5\ \% \leq ARI\ \% \leq ART\ \% + 0{,}5\ \%$$

- Un porcentaje de asfalto residual promedio (ART %) fuera de tolerancia, así como un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del lote salvo que, en el caso de exceso del ligante, el constructor demuestre que no existen problemas de comportamiento de la mezcla ni, en el caso de la capa de rodadura, problemas de inseguridad para los usuarios.
- En caso de rechazo, la capa de mezcla en caliente correspondiente al lote controlado se debe retirar preferiblemente mediante fresado, y ser repuesta por otra de calidad satisfactoria hasta ser aprobada por el interventor, sin costo adicional para INVÍAS. El material fresado en caso de rechazo es de propiedad del constructor.

**Granulometría de los agregados**

- Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se debe determinar la composición granulométrica de los agrega dos, según la norma de ensayo INV E-782.
- La curva granulométrica de cada ensayo individual debe ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la fórmula de trabajo con las tolerancias que se indican en la Tabla 450 — 5, pero sin permitir que la curva se salga de la franja.
- En caso de que los valores obtenidos excedan las tolerancias, pero no salgan de la franja, el constructor debe preparar en el laboratorio una mezcla con la gradación

defectuosa y el porcentaje medio de asfalto de la mezcla elaborada con este agregado. Esta mezcla se debe someter a todas las pruebas de valoración descritas en el numeral 450.4.2. Si los requisitos allí indicados no se cumplen en su totalidad, se debe rechazar el lote.

- En caso de rechazo, la capa de mezcla en caliente correspondiente al lote controlado se debe retirar preferiblemente mediante fresado, y ser repuesta por otra de calidad satisfactoria hasta ser aprobada por el interventor, sin costo adicional para INVÍAS. El material fresado en caso de rechazo es de propiedad del constructor.

**Estabilidad**

- La estabilidad media de las cuatro (4) probetas (Em ) debe ser, como mínimo, igual al noventa por ciento (90 %) de la estabilidad de la mezcla de la fórmula de trabajo (Et ).

$$Em \geq 0{,}90 * Et$$

- Ningún valor individual (Ei ) puede exceder en más de veinticinco por ciento (25 %) el valor Art. 450 0,80 * Ft ≤ Fm ≤ 1,20 * Ft [450.6] Si el flujo medio se encuentra dentro del de estabilidad de la fórmula de trabajo (Et ), ni encontrarse por debajo del valor mínimo establecido en la Tabla 450 — 9.
-

$$1{,}25 * Et \geq Ei \geq \text{valor mínimo de la Tabla 450 — 9}$$

- Además, la estabilidad de cada probeta (Ei ) debe ser igual o superior al ochenta por ciento (80 %) del valor medio de estabilidad (Em ), admitiéndose solo un (1) valor individual por debajo de ese límite.

$$E\,i \geq 0{,}80 * Em$$

- El incumplimiento de al menos una de estas exigencias implica el rechazo del lote repre sentado por las muestras. En este caso, la capa de mezcla en caliente correspondiente al lote controlado se debe retirar preferible mente mediante fresado, y ser repuesta por otra de calidad satisfactoria hasta ser aprobada por el interventor, sin costo adicional para INVÍAS. El material fresado en caso de rechazo es de propiedad del constructor.

**Flujo**

- El flujo medio de las probetas sometidas al ensayo de estabilidad (Fm ), se debe encontrar entre el ochenta por ciento (80 %) y el ciento veinte por ciento (120 %) del valor obtenido en la mezcla aprobada como fórmula de trabajo (Ft ), pero no se debe permitir que su valor se encuentre por fuera de los límites establecidos en la Tabla 450 — 9.

$$0{,}80 * Ft \leq Fm \leq 1{,}20 * Ft$$

- Si el flujo medio se encuentra dentro del rango establecido en la Tabla 450 — 9, pero no satisface la exigencia recién indicada en relación con el valor obtenido al determinar la fórmula de trabajo, el interventor debe decidir y establecer, al compararlo con las estabilidades, si el lote debe ser rechazado o aceptado.

**Compactación**

- La determinación de la densidad de la capa compactada se debe realizar, como mínimo, en cinco (5) sitios por lote. Los sitios para la toma de muestras o las mediciones in situ se deben elegir al azar, según la norma de ensayo INV E-730, pero de manera que se realice al menos una (1) prueba por hectómetro. Para el control de la compactación de una capa de mezcla en caliente de gradación continua, se debe calcular su grado de com-pactación, a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno (ρi ) y de los ensayos de gravedad específica máxima (Gmm) de laboratorio, mediante la siguiente expresión:

$$GC_i = \frac{\rho_i}{G_{mm} * \rho_w} * 100$$

Donde:

*GCi , valor individual del grado de compacta ción, en porcentaje.*

*ρ i , valor individual de la densidad en el terreno, determinado por alguno de los métodos des critos en las normas INV E-733, INV E-734, INV E- 746, INV E-787 o INV E-802.*

*Gmm , valor de la gravedad específica máxima de la mezcla, determinada mediante las nor mas de ensayo INV E-735 o INV E-803 sobre una muestra representativa del lote, según el numeral 450.5.2.4.1.*

*ρw , densidad del agua a veinticinco gra dos Celsius (25 °C) (77 °F), expresada en las mismas unidades que ρi (997,0 kg/m3 o 0,997 g/cm3).*

Para el control de la compactación se deben aplicar los siguientes criterios:

GCl (90) ≥ GCmín se acepta el lote

GCl (90) < GCmín se rechaza el lote

Donde:

*GCl (90), límite inferior del intervalo de con fianza en el que, con una probabilidad del noventa por ciento (90 %), se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje; se debe calcular según el numeral 107.3.1.3 del artículo 107, Control y aceptación de los trabajos, a partir de los valores individuales del grado de compactación (GCl ).*

*GCmín , grado de compactación mínimo, en porcentaje, según la Tabla 450 — 13.*

Para los fines de determinar la conformidad con los valores indicados en la Tabla 450 — 13, el valor calculado del grado de compactación, expresado en porcentaje, se debe redondear al primer decimal, de acuerdo con el método del redondeo de la norma INV E-823. La toma de

muestras testigo se debe realizar de acuerdo con la norma INV E-758. Solo se debe aceptar la determinación de la densidad de la capa compactada por medio de densímetros nucleares (norma de ensayo INV E-746) si se garantiza, sin lugar a ninguna duda, que la medición del aparato abarca, única y exclusivamente, el espesor total de la capa que se está verificando.

Tabla 450 — 13. Grado de compactación mínimo (GCmín )

| Tipo de capa | Grado de compactación mínimo ($GC_{min}$) (%) | | |
|---|---|---|---|
| | Nivel de tránsito | | |
| | NT1 | NT2 | NT3 |
| Rodadura | 94,0 | 94,0 | 93,0 |
| Intermedia | 92,0 | 92,0 | 92,0 |
| Base | - | 91,0 | 91,0 |
| Alto módulo | - | - | 93,0 |

En caso de rechazo, la capa de mezcla densa en caliente correspondiente al lote controlado se debe retirar preferiblemente mediante fresado, y ser repuesta por otra de calidad satisfactoria hasta ser aprobada por el interventor, sin costo adicional para INVÍAS. El material fresado en caso de rechazo es de propiedad del constructor.

**Espesor**

Sobre la base del lote escogido para el con trol de la compactación y en los mismos puntos de verificación, se debe determinar el espesor promedio de la capa compactada (em), el cual no puede ser inferior al espesor de diseño ($e_d$ ).

$$em \geq ed$$

Además, el valor obtenido en cada determinación individual (ei ) debe ser, como mínimo, igual al noventa y ocho por ciento (98 %) del espesor de diseño.

$$e\,i \geq 0{,}98 * ed$$

Si alguno de estos requisitos se incumple, se debe proceder como se indica a continuación. Todas las labores de corrección las debe ejecutar el constructor, sin cargo adicional para INVÍAS

El constructor debe proceder a fresar y remo ver la capa y reponerla en el espesor adecuado o, alternativamente y si no existen problemas de gálibo o de sobrecargas estructurales, a colocar una capa adicional del mismo tipo de mezcla de cincuenta milímetros (50 mm) de espesor compacto, cumpliendo todos los requisitos de calidad de esta especificación. El riego de liga que se deba colocar para adherir las capas se debe ejecutar en acuerdo con el artículo 421

Si la capa adicional no cumple alguno de los requisitos de este artículo, esta se debe fresar y reponer con una nueva de calidad satisfactoria, sin costo alguno para INVÍAS.

La resistencia al deslizamiento se puede verificar también con dispositivos de rueda parcialmente bloqueada (norma de ensayo INV E-815). En tal caso, la especificación particular debe indicar el equipo autorizado, así como los valores mínimos por alcanzar, los cuales deben

ser, cuando menos, equivalen tes a los señalados en la Tabla 450 — 14 para el péndulo británico.

Tabla 450 — 14. Valores mínimos admisibles del coeficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo británico

| Tipo de capa | Coeficiente de resistencia al deslizamiento, mínimo | | |
|---|---|---|---|
| | NT1 | NT2 | NT3 |
| Glorietas; curvas con radios menores 200 m; pendientes ≥ 5 % en longitudes de 100 m o más; intersecciones; zonas de frenado frecuente | 50 | 55 | 60 |
| Otras secciones | 45 | 50 | 50 |

Se entiende que la superficie del pavimento tiene una regularidad superficial aceptable, si a lo largo de la longitud evaluada en cada carril se satisfacen los valores indicados en la Tabla 450 — 15.

Tabla 450 — 15. Valores máximos admisibles de IRI (m/km)

| Porcentaje (%) de hectómetros | Pavimentos de construcción nueva y rehabilitados en espesor > 10 cm | | | Pavimentos rehabilitados en espesor ≤ 10 cm | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | NT1 | NT2 | NT3 | NT1 | NT2 | NT3 |
| 40 | 2,4 | 1,9 | 1,4 | 2,9 | 2,4 | 1,9 |
| 80 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 |
| 100 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 |

**ENSAYOS POR REALIZAR**:

Los requisitos que se exigen en esta sección son de tipo prescriptivo, para evaluar la calidad de los materiales que componen la mezcla asfáltica. En caso de no cumplirse alguno(s) de ellos, la aceptación o rechazo respectivos deben ser evaluados según las premisas de desempeño indicadas en el diseño, y según sean las condiciones de las fuentes locales. La aprobación debe ser sustentada mediante un informe técnico detallado, desarrollado por el especialista en pavimentos y/o geotecnia, donde se consigne cuál debe ser el desempeño y la durabilidad, proponiendo las estrategias necesarias para garantizar el cumplimiento del diseño. El interventor debe aprobar o rechazar los materiales en función de los requisitos establecidos en esta sección y en los establecidos en el informe de desempeño del especialista. Los agregados pétreos y la llenante mineral deben satisfacer los requisitos del numeral 400.2.1 del artículo 400. Así mismo, deben cumplir los requisitos de calidad menciona dos en la Tabla 450 — 2.

Tabla 450 — 2. Requisitos de los agregados para mezclas asfálticas en caliente de gradación continúa

| Característica | Norma de ensayo | Nivel de tránsito | | |
|---|---|---|---|---|
| | | NT1 | NT2 | NT3 |
| **Dureza, agregado grueso (O)** | | | | |
| Desgaste en la máquina de Los Ángeles, máximo (%). (Nota 1):<br>- Capa de: rodadura/intermedia/base, 500 revoluciones<br>- Capa de: rodadura/intermedia/base, 100 revoluciones | INV E-218 | 25/35/-<br>5/7/- | 25/35/35<br>5/7/7 | 25/35/35<br>5/7/7 |
| Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%):<br>- Capa de: rodadura/intermedia/base | INV E-238 | - | 25/30/30 | 20/25/25 |
| Resistencia mecánica por el método del 10% de finos, capa de: rodadura/intermedia/base<br>- Valor en seco, mínimo (kN)<br>- Relación húmedo/seco, mínima (%) | INV E-224 | -<br>- | -<br>- | 110/90/75<br>75/75/75 |
| Coeficiente de pulimiento acelerado para rodadura, mínimo. | INV E-232 | 45 | 45 | 45 |
| **Durabilidad (O)** | | | | |
| Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, agregados fino y grueso, máximo (%). | INV E-220 | 18 | 18 | 18 |
| **Análisis petrográfico** | | | | |
| Cuantifica los porcentajes relativos de los diferentes minerales y las tipologías de rocas que componen el agregado (Nota 2). | ASTM C295 | - | - | Reportar |
| **Limpieza, agregado grueso (F)** | | | | |
| Impurezas en agregado grueso, máximo (%). | INV E-237 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| **Limpieza, gradación combinada (F)** | | | | |
| Índice de Plasticidad, máximo (%). | INV E-125 e INV E-126 | NP | NP | NP |
| Equivalente de arena, mínimo (%). | INV E-133 | 50 | 50 | 50 |
| Valor de azul de metileno, máximo. | INV E-235 | 10 | 10 | 10 |

| Característica | Norma de ensayo | Nivel de tránsito | | |
|---|---|---|---|---|
| | | NT1 | NT2 | NT3 |
| **Geometría de las partículas, agregado grueso (F)** | | | | |
| Partículas planas y alargadas, relación 5:1, máximo (%). | INV E-240 | 10 | 10 | 10 |
| Caras fracturadas, mínimo (%):<br>- Una cara: rodadura/intermedia/base<br>- Dos caras: rodadura/intermedia/base | INV E-227 | 75/60/-<br>-/-/- | 75/75/60<br>60/-/- | 85/75/60<br>70/-/- |
| **Geometría de las partículas, agregado fino (F)** | | | | |
| Angularidad de la fracción fina, método A, mínimo (%):<br>- Capa de: rodadura/intermedia/base | INV E-239 | 40/35/- | 45/40/35 | 45/40/35 |
| **Adhesividad (O)** | | | | |
| Agregado grueso: cubrimiento de los agregados con materiales asfálticos en presencia del agua hirviendo (%). | INV E-757 | Reportar | | |
| Agregado fino: adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos (método Riedel-Weber), índice mínimo. | INV E-774 | 4 | | |

La proporción de arena natural no puede exceder los valores indicados en la Tabla 450 — 3.

Tabla 450 — 3. Proporción máxima de arena natural en el agregado para mezclas asfálticas en caliente de gradación continua

| Característica | Nivel de tránsito | | |
|---|---|---|---|
| | NT1 | NT2 | NT3 |
| Proporción de arena natural: porcentaje (%) de la masa total del agregado combinado. | ≤ 25 | ≤ 25 | ≤ 15 |
| Proporción de arena natural: porcentaje (%) de la masa total del agregado fino. | ≤ 50 | | |

El llenante mineral puede provenir de los procesos de trituración y clasificación de los agregados pétreos, separándose de ellos por medio de los ciclones de la planta mezcla dora, o puede ser de aporte como producto comercial, generalmente cal hidratada (ver requisitos en la NTC 4019) o cemento hidráulico (ver requisitos en el numeral 501.2.1 del artículo 501). La proporción de llenante mineral y los requisitos para el mismo deben cumplir lo establecido en la Tabla 450 — 4.

Tabla 450 — 4. Proporción y requisitos del llenante mineral

| Característica | Norma de ensayo INV | Nivel de tránsito | | |
|---|---|---|---|---|
| | | NT1 | NT2 | NT3 |
| Proporción de llenante mineral de aporte: (porcentaje (%) en masa del llenante total)<br>- Capa de rodadura<br>- Capa intermedia<br>- Capa de base | - | <br>-<br>-<br>- | <br>≥ 25<br>≥ 25<br>- | <br>≥ 50<br>≥ 50<br>≥ 25 |
| Granulometría del llenante mineral de aporte:<br>- % que pasa tamiz de 1,18 mm (nro. 16)<br>- % que pasa tamiz de 0,600 mm (nro. 30)<br>- % que pasa tamiz de 0,150 mm (nro. 100)<br>- % que pasa tamiz de 0,075 mm (nro. 200) | E-215 | <br>100<br>97 — 100<br>95 — 100<br>70 — 100 | | |
| Densidad *bulk* (g/cm³). | E-225 | 0,5 — 0,8 | | |
| Vacíos del llenante seco compactado (%). | E-229 | - | ≥ 38 | |

La granulometría del agregado obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, incluido el llenante mineral, debe estar comprendida dentro de alguna de las franjas fijadas en la Tabla 450 — 5. El análisis granulométrico se debe efectuar de acuerdo con la norma INV E-213. Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el constructor debe dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior del tamiz adyacente y viceversa.

Tabla 450 — 5. Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente de gradación continua

| Tipo de mezcla | | Tamiz (mm / U.S. *Standard*) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 37,5<br>1 ½ Pulgadas | 25,0<br>1 Pulgada | 19,0<br>3/4 Pulgada | 12,5<br>1/2 Pulgada | 9,5<br>3/8 Pulgada | 4,75<br>Nro. 4 | 2,00<br>Nro. 10 | 0,425<br>Nro. 40 | 0,180<br>Nro. 80 | 0,075<br>Nro. 200 |
| | | Pasa tamiz (%) | | | | | | | | | |
| Densa | MDC-25 | - | 100 | 80 — 95 | 67 — 85 | 60 — 77 | 43 — 59 | 29 — 45 | 14 — 25 | 8 — 17 | 4 — 8 |
| | MDC-19 | - | - | 100 | 80 — 95 | 70 — 88 | 49 — 65 | 29 — 45 | 14 — 25 | 8 — 17 | 4 — 8 |
| | MDC-10 | - | - | - | - | 100 | 65 — 87 | 43 — 61 | 16 — 29 | 9 — 19 | 5 — 10 |
| Semidensa | MSC-25 | - | 100 | 80 — 95 | 65 — 80 | 55 — 70 | 40 — 55 | 24 — 38 | 9 — 20 | 6 — 12 | 3 — 7 |
| | MSC-19 | - | | 100 | 80 — 95 | 65 — 80 | 40 — 55 | 24 — 38 | 9 — 20 | 6 — 12 | 3 — 7 |
| Gruesa | MGC-38 | 100 | 75 — 95 | 65 — 85 | 47 — 67 | 40 — 60 | 28 — 46 | 17 — 32 | 7 — 17 | 4 — 11 | 2 — 6 |
| | MGC-25 | - | 100 | 75 — 95 | 55 — 75 | 40 — 60 | 28 — 46 | 17 — 32 | 7 — 17 | 4 — 11 | 2 — 6 |
| Alto módulo | MAM -25 | - | 100 | 80 — 95 | 65 — 80 | 55 — 70 | 40 — 55 | 24 — 38 | 10 — 20 | 8 — 14 | 6 — 9 |
| | MAM-19 | - | - | 100 | 80 — 95 | 65 — 80 | 40 — 55 | 24 — 38 | 9 — 20 | 6 — 12 | 3 — 7 |
| Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±) | | - | 4 % | | | | | 3 % | | | 2 % |

El tipo de mezcla asfáltica en caliente por emplear depende del tipo y del espesor compacto de la capa asfáltica y se define en los documentos del proyecto, siguiendo los criterios de la Tabla 450 — 6.

Tabla 450 — 6. Tipo de mezcla por utilizar en función del tipo y espesor compacto de la capa

| Tipo de capa | Espesor de capas de compactación (mm) | Tipo de mezcla |
|---|---|---|
| Rodadura | 30 — 40 | MDC-10 |
| | 40 — 60 | MDC-19, MSC-19 |
| | > 60 | MDC-25, MDC-19, MSC-19, MAM-19 |
| Intermedia | > 50 | MDC-25, MSC-25 |
| Base | > 75 | MSC-25, MGC-38, MGC-25 |
| | 60 — 130 | MAM-25 |
| Bacheos | 50 — 75 | MSC-25, MGC-25 |
| | > 75 | MSC-25, MGC-38, MGC-25 |

El material bituminoso para elaborar la mezcla en caliente se debe seleccionar en función de:

- Características climáticas de la zona.
- Tipo de capa.
- Condiciones de operación de la carretera.

Los documentos del proyecto deben indicar el tipo de asfalto por utilizar en cada capa del pavimento. El tipo de asfalto puede ser:

- Asfalto convencional, con denominaciones 40 — 50, 60 — 70 u 80 — 100 según se definen en el artículo 410.
- Cemento asfáltico modificado con polí meros de tipo CAM-2, CAM-3, CAM-5 y CAM-1 según se definen en el artículo 414.

En términos generales, se pueden tomar como guía para la selección del tipo de asfalto las indicaciones de la Tabla 450 — 7. Los asfaltos deben cumplir los requisitos de calidad establecidos en los artículos 410 o 414, según corresponda.

Tabla 450 — 7. Tipo de asfalto por emplear en mezclas asfálticas en caliente de gradación continua

| Tipo de capa | NT1 | | | NT2 | | | NT3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Temperatura media anual de la región (°C) | | | | | | | | |
| | > 24 | 15 – 24 | < 15 | > 24 | 15 – 24 | < 15 | > 24 | 15 – 24 | < 15 |
| Rodadura e Intermedia | 60 — 70 | 60 — 70 u 80 — 100 | 80 — 100 | 60 — 70 | 60 — 70 u 80 — 100 | 80 — 100 | 40 — 50 60 — 70 o 40/70 — 58 o 55/70 — 58 o 55/70 — 65 | 40 — 50 60 — 70 o 40/70 — 58 o 55/70 — 58 | 60 — 70 80 — 100 o 55/70 — 58 |
| Base | NA | | | 60 — 70 u 80 — 100 | 60 — 70 u 80 — 100 | 80 — 100 | 60 — 70 | 60 — 70 u 80 — 100 | 80 — 100 |
| Alto Módulo | NA | | | NA | | | 15/40 — 65 | | |

| |
|---|
| **MATERIALES:**<br>• Rajón |
| **EQUIPOS:**<br>• Vibrocompactador 8 ton<br>• Retroexcavadora 75 hp |
| **TRANSPORTE**: N/A |
| **DESPERDICIOS:** N/A |
| **MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios. |
| **ÍTEM DE PAGO:** 3.3 RAJÓN PARA MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE |
| **MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** La unidad de medida para los pedraplenes debe ser el metro cúbico (m3), aproximado al metro cúbico entero, de material compactado, aceptado por el interventor, en su posición final. |
| **NO CONFORMIDAD:** Cuando no se cumplan con el material no cumpla con las especificaciones del estudio de suelos, compactación, granulometría y calidades requeridas para la ejecución correcta de la actividad. |

## 9. RIEGO DE IMPRIMACIÓN

| |
|---|
| **ESPECIFICACION:** ITEM 3.5 |
| **UNIDAD DE MEDIDA:** M2 |
| **DESCRIPCIÓN:**<br>Este trabajo consiste en el suministro, el transporte, el eventual calentamiento y la aplicación uniforme de una emulsión asfáltica o un asfalto líquido sobre una superficie granular (no tratada) terminada, previamente a la extensión de una capa asfáltica o un tratamiento bituminoso, con el propósito de impermeabilizar, cubrir, ligar las partículas sueltas y proveer adhesión entre la capa existente y la capa asfáltica siguiente. |
| **PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**<br>**Preparación de la superficie existente**<br>• Antes de autorizar los trabajos de imprimación, se debe comprobar que la superficie sobre la cual se va a efectuar la aplicación cumpla todos los requisitos especificados, en cuanto a conformación, compactación y acabado de la capa granular a la cual corresponda.<br>• Si la superficie presenta fallas o imperfecciones, tales como ahuellamientos, corrugaciones, segregaciones, agua libre, encharcada u otras, el constructor debe corregir, hasta contar con la aprobación del interventor. En el momento de la aplicación, la capa granular sobre la cual se va a aplicar la emulsión no debe tener exceso de |

humedad; la humedad debe ser cercana a la óptima de compacta ción, e idealmente debe estar dos (2) puntos de porcentaje por debajo de la misma. Para tal fin, la humedad debe ser medida entre los cinco y los quince milímetros (5 mm – 15 mm) superiores de la capa, acorde con los métodos de ensayo aceptados.

- La superficie que ha de recibir el riego de imprimación se debe limpiar cuidadosamente de polvo, barro seco, suciedad y cualquier material suelto que pueda ser perjudicial, utilizando el equipo de limpieza aprobado. En lugares inaccesibles a los equipos mecánicos, se permite el uso de escobas manuales.
- La limpieza debe dejar a la vista las partículas gruesas sin soltarlas ni aflojarlas.

**Determinación de la dosificación del ligante**

- La dosificación del ligante depende del tipo de producto bituminoso, del sistema de aplicación y de las características superficiales de la capa granular por imprimar.
- El constructor debe establecer la dosificación definitiva del ligante, con base en los resultados de las aplicaciones iniciales (tramos de prueba) y debe ser, salvo instrucción en contrario, aquella que sea capaz de absorber la capa que se imprima, en un lapso de veinticuatro horas (24 h), logrando una penetración no inferior a cinco milímetros (5 mm). El procedimiento para determinar la profundidad de penetración debe ser fijado de común acuerdo con el interventor. En climas fríos o húmedos, el lapso para garantizar la penetración indicada puede ser hasta de cuarenta y ocho horas (48 h). En consecuencia, los tiempos finales para garantizar la penetración requerida, deben ser definidos según las condiciones propias del proyecto.
- Esta dosificación debe contar con la aprobación del interventor.
- Como guía, las cantidades de producto bituminoso por aplicar pueden estar entre los siguientes valores, para una concentración del sesenta por ciento (60 %):

  - Aplicación por riego de emulsión o asfalto líquido: 0,85 L/m² – 2,25 L/m².
  - La cantidad de ligante residual no debe ser inferior a quinientos gramos por metro cuadrado (500 g/m2).

**Aplicación del ligante bituminoso**

- La superficie debe ser humedecida mediante un rociado ligero previamente al riego de imprimación, con el fin de retrasar el rompimiento y mejorar la absorción. Este humedecimiento no debe ser excesivo. Los vacíos entre partículas no deben quedar llenos de agua.
- La aplicación del ligante se debe hacer de manera suave y uniforme. Se deben evitar los traslapos en las juntas transversales que generan una dosificación excesiva de imprimante, para lo cual se deben colocar tiras de papel u otro material adecuado en las zonas de iniciación o terminación del trabajo, de manera que el riego comience y termine sobre estas.

- La temperatura de aplicación debe ser tal, que la viscosidad del producto asfáltico se encuentre entre cinco y veinte segundos Saybolt-Furol (5 sSF – 20 sSF). Se debe especificar el rango de temperaturas correspondientes, según los ensayos de calidad efectuados por el proveedor de la emulsión y suministrados al inicio de las labores.
- Antes de iniciar cada jornada de trabajo, se debe verificar la uniformidad del riego, y, de ser necesario, se debe ajustar la altura del carro tanque irrigador, de tal forma que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla cubra hasta la mitad o las dos terceras partes de la base del abanico contiguo (cubrimiento doble o triple). Si fuere necesario, se deben calentar las boquillas de irrigación antes de cada descarga. La bomba y la barra de distribución se deben limpiar al término de la jornada.
- En las zonas donde se presenten insuficiencias o excesos de material bituminoso, el constructor debe corregir la anormalidad mediante la adición de ligante o agregado de protección, respectivamente, según la indicación del interventor y hasta contar con su aprobación, sin costo adicional para el Insti tuto Nacional de Vías (INVÍAS).
- En los casos en que, por las condiciones de la obra, se deba efectuar el riego por franjas, debe existir una pequeña superposición de dicho riego en toda la junta longitudinal.
- No se permite transitar sobre la superficie imprimada ni colocar capas de rodadura, base asfáltica o tratamientos, hasta que lo autorice el interventor, quien se debe basar en los tiempos mínimos requeridos para garantizar la penetración, la eliminación de agua y el cumplimiento de la dosificación establecida según el asfalto residual.
- El constructor debe proteger adecuadamente los elementos susceptibles de ser manchados por el ligante tales como sardineles, árboles, vallas y similares antes de aplicar el riego.

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

- A la llegada de cada carrotanque al sitio de los trabajos, el constructor debe entregar al interventor una certificación expedida por el fabricante de la emulsión asfáltica o del asfalto líquido, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, así como los resultados de los ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deben satisfacer todas las condiciones establecidas en los artículos 411 o 416 (Suministro de emulsión asfáltica catiónica y Suministro de asfalto líquido para riegos de imprimación, respectivamente), dependiendo de si el producto asfáltico es una emulsión o un asfalto líquido.
- El interventor se debe abstener de aceptar el empleo de suministros de emulsión asfáltica o asfalto líquido que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante.
- Dicha constancia no debe reemplazar, en ningún caso, a la ejecución de ensayos de comprobación, ni implica necesariamente la aceptación final de la entrega.

- Se deben efectuar las verificaciones exigidas en el numeral 411.5.2 del artículo 411 a las muestras representativas de las diversas entregas, si se trata de una emulsión asfáltica o en el numeral 416.5.2 del artículo 416, si es un asfalto líquido. En todos los casos, el interventor debe guardar una muestra para ensayos ulteriores de contraste, por si se presentan dudas o desacuerdos entre las partes sobre los resultados iniciales.

**Dosificación**

- Se debe considerar como lote, que se acepta o rechaza en conjunto, la menor área que resulte de aplicar los siguientes criterios:

Quinientos metros (500 m) de calzada imprimada.
Tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m2) de calzada imprimada.
La superficie imprimada en un día de trabajo.

- La dosificación del asfalto se puede compro bar al verificar el volumen del producto dentro del carrotanque distribuidor antes y después de su aplicación, mediante la norma de ensayo INV E-818. También se puede comprobar mediante el pesaje de bandejas metálicas u hojas de papel resistente, colocadas durante la aplicación del ligante en no menos de cinco (5) puntos del área considerada como lote, ubicados al azar, según la norma de ensayo INV E-730, pero de manera que se realice al menos una (1) prueba por hectómetro.
- La dosificación del agregado de protección, cuando su utilización sea ordenada por el interventor, se debe comprobar mediante el pesaje de bandejas metálicas, según la norma de ensayo INV E-819, en no menos de cinco (5) puntos del área considerada como lote, ubicados al azar según la norma de ensayo INV E-730, pero de manera que se realice al menos una (1) prueba por hectómetro.
- Las tasas medias de aplicación de ligante residual (TML) y de agregados (TMA) por lote, no pueden variar en más de quince por ciento (15 %) de las autorizadas por el interventor (TEL y TEA).

$$0{,}85\ TEL \leq TML \leq 1{,}15\ TEL$$

$$0{,}85\ TEA \leq TMA \leq 1{,}15\ TEA$$

- El interventor se debe abstener de aceptar lotes imprimados donde la dosificación media de ligante o agregados esté por fuera del rango especificado. Tampoco se debe aceptar un lote donde más de un punto de ensayo presente un resultado por fuera del límite citado.
- El interventor debe determinar las medidas por adoptar cuando se presenten estos incumplimientos. El constructor debe ejecutar las medidas correctivas sin costo adicional para INVÍAS.

**ENSAYOS POR REALIZAR**:

| |
|---|
| **MATERIALES:**<br>• Emulsión asfáltica |
| **EQUIPOS:**<br>• Irrigador de asfalto<br>• Compresor de 250 CPM<br>• Herramienta menor |
| **TRANSPORTE**: |
| **DESPERDICIOS:** N/A |
| **MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios. |
| **ÍTEM DE PAGO:** 4.3 RIEGO DE IMPRIMACIÓN |
| **MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** Rige lo pertinente del numeral 400.6 del artículo 400, y en particular lo indicado en el numeral 400.6.1. Rige lo pertinente del numeral 400.7 del artículo 400, y en particular lo indicado en el numeral 400.7.2. No debe haber pago separado por el suministro y la extensión del agregado de protección |
| **NO CONFORMIDAD:** Cuando no se cumplan con el material no cumpla con las especificaciones del estudio de suelos, compactación, granulometría y calidades requeridas para la ejecución correcta de la actividad. |

## 10. RIEGO DE LIGA

| |
|---|
| **ESPECIFICACION:** ITEM 3.6 |
| **UNIDAD DE MEDIDA:** M2 |
| **DESCRIPCIÓN:**<br>Este trabajo consiste en el suministro, el transporte, el eventual calentamiento y la aplicación uniforme de un ligante asfáltico sobre losas de concreto o sobre una capa bituminosa, previamente a la extensión de otra capa bituminosa, que no sea un tratamiento superficial, un sello de arena-asfalto o una lechada asfáltica, con el objeto de lograr adherencia óptima entre las capas involucradas. |
| **PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**<br>**Preparación de la superficie existente**<br>• La superficie sobre la cual se va a aplicar el riego de liga debe cumplir todos los requisitos de calidad y uniformidad exigidos, en condiciones para el recibo de los trabajos establecidos en los artículos 440, Mezclas asfálticas en frío (densa y abierta), 450, Mezclas asfálticas en caliente de gradación continua (Concreto asfáltico), 451, Mezcla abierta en caliente, y 453, Mezcla drenante, según corresponda, para que |

pueda recibir la capa asfáltica según lo contemplen los documentos del proyecto. De no ser así, el constructor debe realizar todas las correcciones previas que le indique el interventor.

- La superficie se debe limpiar de polvo, barro seco, suciedad y cualquier material suelto que pueda ser perjudicial para el trabajo como grasa y/o combustible, empleando barredoras o sopladoras mecánicas, en sitios accesibles a ellas, si su uso está autorizado y escobas manuales donde aquellas no puedan acceder.
- Cuando la superficie que va a recibir el riego de liga tenga un tiempo determinado en servicio, se deben eliminar los excesos de ligante que puedan existir previamente, mediante fresado, y se deben reparar todos los des perfectos que puedan impedir una correcta adherencia, tales como fisuras, baches, ahuellamientos, hundimientos y desprendimiento de agregados. Si la superficie es de concreto, se deben remover los excesos de sello de juntas y/o grietas.
- Si la superficie está cubierta por un riego de curado, este se debe eliminar mediante barrido enérgico, seguido de soplo con aire comprimido u otro procedimiento aprobado por el interventor, una vez transcurrido el plazo de curado y antes de aplicar el riego de liga.

**Determinación de la dosificación del ligante**

- El constructor debe establecer la dosificación definitiva del ligante, con base en los resultados de las pruebas iniciales en obra. Esta dosificación debe contar con la aprobación del interventor, para lo cual, se puede apoyar en los ensayos de adherencia entre capas UNE EN 12697-48 SBT o NLT-382. En condiciones normales, las dosificaciones deben ser del orden de doscientos a trescientos gramos de ligante residual por metro cuadrado (200 g/m2 – 300 g/m2).

**Aplicación del ligante bituminoso**

- La aplicación del ligante se debe efectuar con el equipo aprobado y a una temperatura tal, que dé lugar a una viscosidad Saybolt-Furol entre diez y cuarenta segundos (10 sSF – 40 sSF), de manera uniforme, evitando la doble aplicación en las juntas transversales. Se debe especificar el rango de temperaturas de aplicación correspondientes, según los ensayos de calidad efectuados por el proveedor de la emulsión y suministrados al inicio de las labores. Con este propósito se deben colocar tiras de papel o de otro material adecuado bajo los difusores, en aquellas zonas de la superficie en donde empiece y termine el riego, con el f in de que este se inicie o culmine sobre ellas y los difusores funcionen con normalidad sobre la zona por tratar.
- En los casos en que, por las condiciones de la obra, se deba efectuar el riego por franjas, debe existir una pequeña superposición de dicho riego a lo largo de la junta longitudinal.

- El riego solo se debe aplicar cuando la superficie esté seca y con la anticipación necesaria a la colocación de la capa bituminosa, para que presente las condiciones de adherencia requeridas.
- Antes de iniciar cada jornada de trabajo, se debe verificar la uniformidad del riego. Si fuere necesario, se deben calentar las boquillas de irrigación antes de cada descarga. La bomba y la barra de distribución se deben limpiar al final de la jornada.
- En las zonas donde se presenten insuficiencias o excesos de ligante, el constructor debe corregir la anormalidad, mediante la adición de ligante o arena limpia, según el caso, inmediatamente sea identificada la condición, sin costo para el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) y hasta la aprobación del interventor.
- El constructor debe proteger adecuadamente elementos tales como sardineles, árboles, dispositivos de señalización, defensas y similares, susceptibles de ser manchados por el ligante, antes de aplicar el riego.
- Se debe ajustar la altura del carro tanque irrigador, de tal forma que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla cubra hasta la mitad o dos terceras partes de la base del abanico contiguo (cubrimiento doble o triple).

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

- A la llegada de cada carrotanque al sitio de los trabajos, el constructor debe entregar al interventor una certificación expedida por el fabricante de la emulsión, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo y la velocidad de rotura, así como los resultados de los ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deben satisfacer todas las condiciones establecidas en los artículos 411, Suministro de emulsión asfáltica catiónica, o 415, Suministro de emulsión asfáltica catiónica modificada con polímeros, según sea el caso. El interventor se debe abstener de aceptar el empleo de suministros de emulsión asfáltica que no se encuentren respalda dos por la certificación del fabricante. Dicha constancia no evita, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación por parte del interventor, ni implica necesariamente la aceptación de la entrega.
- Además, sobre muestras representativas de las diversas entregas, se deben efectuar las verificaciones exigidas en el numeral 411.5.2 del artículo 411 o en el numeral 415.5.2 del artículo 415, dependiendo del material bituminoso utilizado para el riego. En todos los casos, el interventor debe guardar una muestra para ensayos ulteriores de contraste, por si hay dudas o desacuerdos entre las partes sobre los resultados iniciales.
- En relación con los resultados de las pruebas, no se debe admitir ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en la Tabla 411 — 1 del artículo 411 o en la Tabla 415 — 1 del artículo 415, respectivamente, según si la emulsión asfáltica utilizada es convencional o modificada con polímeros.

**Dosificación**

- Se debe considerar como lote, que se acepta o rechaza en conjunto, la menor área que resulte de aplicar los siguientes criterios:
  - Quinientos metros (500 m) de calzada imprimada.
  - Tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m2) de calzada imprimada.
  - La superficie imprimada en un día de trabajo.

- La dosificación del asfalto se puede compro bar al verificar el volumen del producto dentro del carrotanque distribuidor antes y después de su aplicación, mediante la norma de ensayo INV E-818. También se puede comprobar mediante el pesaje de bandejas metálicas u hojas de papel resistente, colocadas durante la aplicación del ligante en no menos de cinco (5) puntos del área considerada como lote, ubicados al azar, según la norma de ensayo INV E-730, pero de manera que se realice al menos una (1) prueba por hectómetro.
- La dosificación del agregado de protección, cuando su utilización sea ordenada por el interventor, se debe comprobar mediante el pesaje de bandejas metálicas, según la norma de ensayo INV E-819, en no menos de cinco (5) puntos del área considerada como lote, ubicados al azar según la norma de ensayo INV E-730, pero de manera que se realice al menos una (1) prueba por hectómetro.
- Las tasas medias de aplicación de ligante residual (TML) y de agregados (TMA) por lote, no pueden variar en más de quince por ciento (15 %) de las autorizadas por el interventor (TEL y TEA).

$$0{,}85\ TEL \leq TML \leq 1{,}15\ TEL$$

- El interventor se debe abstener de aceptar lotes regados, donde la dosificación media de ligante esté por fuera del rango especificado. Tampoco se debe aceptar un lote donde más de un punto de ensayo presente un resultado por fuera del límite citado. El interventor debe determinar las medidas por adoptar cuando se presenten estos incumplimientos.
- El constructor debe asumir el costo de los materiales, equipos y operaciones requeridos para la corrección de defectos o excesos en el riego de liga.

**ENSAYOS POR REALIZAR**:

**MATERIALES:**

- Emulsión asfáltica

**EQUIPOS:**

- Irrigador de asfalto
- Compresor de 250 CPM
- Herramienta menor

**TRANSPORTE**:

| |
|---|
| **DESPERDICIOS:** N/A |
| **MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios. |
| **ÍTEM DE PAGO:** 3.6. Riego de liga con emulsión asfáltica |
| **MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** Rige lo pertinente del numeral 400.7 del ar tículo 400, y en particular lo indicado en el numeral 400.7.2. |
| **NO CONFORMIDAD:** Cuando no se cumplan con el material no cumpla con las especificaciones del estudio de suelos, compactación, granulometría y calidades requeridas para la ejecución correcta de la actividad. |

**11. *FRESADO CONCRETO ASFÁLTICO (E=5-12 cm)***

**ESPECIFICACION:** 460.1 INVIAS

**UNIDAD DE MEDIDA:** M2

**DESCRIPCIÓN:**

Este trabajo consiste en el fresado en frío parcial o total de las capas asfálticas de un pavimento, de acuerdo con los alineamientos, las cotas y los espesores indicados en los documentos del proyecto.

**PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**

- Los fresados se realizan con el fin de mejorar la condición superficial de la capa de rodadura, reemplazarla o reparar la estructura. Estos se deben ejecutar a pasos entre cero coma cuatro a cero coma cinco metros (0,4 m – 0,5 m) de longitud. En caso de emplear varias fresado ras que trabajen en paralelo, se debe respetar la organización de los trabajos en función del ancho de vía y el plan de trabajo establecido en los documentos del proyecto. El fresado se debe efectuar sobre el área y el espesor que apruebe el interventor. Los espesores de intervención se deben definir en función del tipo de intervención por realizar en la vía, al nivel superficial o al nivel de capas de cuerpo de la estructura. Para las actividades de reparación de daños al nivel superficial, se recomiendan los criterios establecidos en la Tabla 460 — 1.

  Tabla 460 – 1. Espesor mínimo de intervención según el nivel de daño superficial

| Tipo de daño | Profundidad del daño (cm) | Espesor mínimo por fresar (cm) |
|---|---|---|
| Textura de la superficie deficiente | Nota (3) | < 2,5 (Nota 1) |
| Fisuras superficiales | Nota (3) | 2,5 |
| Ahuellamiento en capa de rodadura | < 2 | 2,5 |
| | > 2 | 5 |
| Ahuellamiento de capa de rodadura inducido a la base asfáltica (estructura bituminosa espesa) | Nota (3) | 10 |

- Los espesores que se van a fresar para las actividades al nivel de capas de cuerpo como: parcheo, bacheo, reemplazo de carpeta, entre otros, se deben establecer de acuerdo con los criterios señalados en los documentos del proyecto y no deben superar en ningún caso el espesor total de la capa a fresar.

**Preparación de la superficie existente**

- Inmediatamente antes de las operaciones de fresado, la superficie de pavimento se debe encontrar limpia y, por tanto, el constructor debe adelantar las operaciones de succión, barrido y/o soplado que se requieran para lograr tal condición.

**Fresado del pavimento**

- El fresado se debe efectuar sobre el área que apruebe el interventor.
- El material extraído de naturaleza asfáltica se denomina material de fresado. Este material se debe conservar a temperatura ambiente y sin adición de solventes u otros productos ablandadores que puedan afectar la granulometría de los granulares o las propiedades del asfalto existente.
- El material de fresado debe ser transportado y acopiado en los lugares que indiquen los documentos del proyecto o que establezca el interventor y debe ser de propiedad del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) respetando las leyes ambientales y de seguridad vial en vigor. Se exceptúan de esta disposición, los materiales provenientes de las capas de una construcción nueva que deban ser fresadas por el constructor como resultado de deficiencias en los trabajos de pavimentación que esté ejecutando, y cuyo retiro sea ordenado por el interventor, sin medida ni pago por parte de INVÍAS. En tal caso, el material de fresado es de propiedad del constructor quien, además, debe realizar a su costa el cargue, el transporte, el descargue y la disposición en vertedero de dichos materiales.
- Durante la ejecución de los trabajos y manipulación del material de fresado, se debe evitar su contaminación.
- En proximidades de sardineles y en otros sitios inaccesibles al equipo de fresado, el pavimento se debe remover empleando otros métodos que den lugar a una superficie apropiada.
- El trabajo de fresado se puede realizar en varias capas de ser necesario, hasta alcanzar el espesor del proyecto, debiendo quedar una superficie nivelada y sin fracturas.
- En la eventualidad de que al término de una jornada de trabajo no se complete el fresado en todo el ancho de la calzada, los bordes verticales, en sentido longitudinal, cuya altura supere cinco centímetros (5 cm) se deben suavizar, de manera que no impliquen peligro para el tránsito automotor. Igual precaución se debe tomar en los bordes transversales que queden al final de cada jornada.
- Cualquiera que sea el método utilizado por el constructor, los trabajos de fresado no deben producir daños a objetos, estructuras y plantas que se encuentren cerca de la

zona de acción de sus equipos y, por tanto, debe tomar las precauciones que corresponda y, es de su responsabilidad todos los daños y perjuicios que se ocasionen en dichos elementos durante el desarrollo de los trabajos. Al efecto, el interventor está facultado para exigir la modificación o el incremento de todas las medidas de seguridad que se hayan adoptado inicialmente según los criterios técnicos correspondientes.

**Protección de estructuras existentes**

El constructor debe identificar los elementos dispuestos en la vía tales como: señalización, estructuras menores, redes, entre otros, y debe garantizar su protección durante la ejecución de los trabajos. El constructor debe asumir entre otras las siguientes responsabilidades:

- Localizar las redes existentes.
- Gestionar todos los documentos para tener un mapeo total de las redes existentes.
- En caso de no contar con la información necesaria se deben realizar sondeos locales para evitar afectación de redes existentes.
- Todo daño a las estructuras existentes y su reparación son responsabilidad exclusiva del constructor

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

- Durante la ejecución de los trabajos, se debe verificar el funcionamiento del equipo empleado y se deben levantar los perfiles que el interventor considere necesarios.
- Se debe cumplir lo estipulado en el artículo 106 sobre los aspectos ambientales.
- El interventor se debe abstener de acep tar en el acopio cualquier material fresado que resulte contaminado como resultado de una manipulación incorrecta por parte del constructor.
- Si el material se contamina, el constructor debe disponer este como material de desecho de acuerdo con lo establecido en el numeral 460.4.7.
- Se debe admitir una tolerancia de las cotas de la superficie resultante, respecto de las indicadas en los documentos del proyecto, hasta de cinco milímetros (5 mm). Los tramos donde se supere esta tolerancia se deben someter a tratamiento adicional por parte del constructor de acuerdo con las instrucciones del interventor, sin costo adicional para INVÍAS.
- Existen diferentes equipos para medir la regularidad superficial de los pavimentos. El constructor puede aplicar el equipo o método de ensayo que más convenga según las condiciones del sitio de ejecución de los trabajos. Debe reportar el valor del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).
- Se recomienda que la medición del IRI se ejecute después del trabajo de fresado, para evaluar el estado final de la capa base.
- Cuando sobre la superficie fresada se vaya a construir un tratamiento superficial, una lechada asfáltica o una mezcla discontinua en caliente, se debe comprobar el IRI en

toda la longitud fresada y en cada carril, antes de su recibo definitivo. Su determinación se debe realizar con un procedimiento de precisión o por medio de un sistema de referencia inercial. Las medidas de precisión se pueden adelantar con mira y nivel, de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma INV E-794 o con un perfilómetro pivotante de alta precisión, norma INV E-814.

- Si se opta por el equipo de referencia inercial, este se debe validar previamente con uno de precisión en un tramo de prueba de longitud no menor de doscientos metros (200 m). El equipo de referencia inercial se debe operar de acuerdo con la norma ASTM E950.
- Para efectos de la evaluación con fines de recibo, las medidas se deben hacer en cada uno de los carriles de la superficie fresada y los valores del IRI se presentan en metro por kilómetro (m/km), en tramos consecutivos de cien metros (100 m) por carril, con la excepción que se cita en el párrafo siguiente. Un conjunto de cinco (5) tramos constituyen un lote.
- No debe haber exigencia sobre el cumplimiento de regularidad superficial en tramos que incluyan singularidades, entendiendo por tales todas aquellas alteraciones del perfil longitudinal de la carretera que incrementen el IRI y no provengan de deficiencias en el procedimiento de fresado, como pueden ser intersecciones con otras vías, puentes, pozos de inspección, etc., los cuales deben ser definidos por el interventor, con su ubicación respectiva (carril y abscisa), antes de proceder a la medida del perfil longitudinal.
- Se entiende que la superficie fresada tiene una regularidad superficial aceptable, si a lo largo de la longitud evaluada en cada carril se satisfacen los valores indicados en la Tabla 460 — 2.

Tabla 460 — 2. Valores máximos admisibles de IRI (m/km)

| Porcentaje (%) de hectómetros | Pavimentos de construcción nueva y rehabilitados en espesor > 10 cm | | | Pavimentos rehabilitados en espesor ≤ 10 cm | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | NT1 | NT2 | NT3 | NT1 | NT2 | NT3 |
| 40 | 2,4 | 1,9 | 1,4 | 2,9 | 2,4 | 1,9 |
| 80 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 |
| 100 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 |

- Si los resultados de rugosidad exceden estos límites, los defectos de regularidad se deben corregir mediante un fresado adicional en los tramos que, a criterio del interventor, incidan en el incumplimiento. Los espesores por fresar en cada tramo deben ser establecidos por el interventor y todos los costos que impliquen estas correcciones, deben ser asumidos por el constructor. El material fresado por esta razón es de propiedad de INVÍAS.

| |
|---|
| **ENSAYOS POR REALIZAR**:N/A |
| **MATERIALES:** N/A |
| **EQUIPOS:**<br>• Fresadora concreto asfáltico<br>• Carrotanque de agua 10000 litros<br>• Barredora mecánica de cepillo<br>• Bobcat |
| **TRANSPORTE**: |
| **DESPERDICIOS:** N/A |
| **MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios. |
| **ÍTEM DE PAGO:** 4.5 FRESADO CONCRETO ASFÁLTICO (E=5-15 cm) |
| **MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** El pago se debe hacer al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y hasta ser aprobada por el interventor.<br>El precio unitario debe cubrir todos los costos de limpieza previa que requiera la superficie, el fresado para alcanzar las cotas o los espesores que indiquen los documentos del proyecto o que autorice el interventor; el cargue, el transporte, la descarga y el acopio del material fresado en los sitios establecidos. La reparación a satisfacción de todos los elementos que se hayan afectado por la ejecución de los trabajos; la señalización preventiva y el ordenamiento del tránsito público durante el lapso de ejecución de los trabajos y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del fresado del pavimento asfáltico. |
| **NO CONFORMIDAD:** Cuando no se cumplan con el material no cumpla con las especificaciones del estudio de suelos, compactación, granulometría y calidades requeridas para la ejecución correcta de la actividad. |

**12.** ***ADOQUÍN DE ARCILLA 20X10X6CM***

| |
|---|
| **ESPECIFICACION:** NTC 3829 |
| **UNIDAD DE MEDIDA:** M2 |
| **DESCRIPCIÓN:**<br>La presente especificación se refiere a la descripción de los materiales, al proceso constructivo y a los criterios de aceptación, para el suministro y colocación de adoquines de arcilla en superficies de tránsito peatonal y tráfico vehicular. |
| **PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**<br>**Preparación de la superficie existente** |

- La capa de arena de soporte de los adoquines no se extenderá sobre la capa de apoyo hasta verificar que la superficie sobre la cual se va a colocar cumpla con el espesor, la densidad, el CBR y las cotas y pendientes indicadas en los planos del proyecto.
- Si se presentan irregularidades que excedan los límites de aceptación éstas deberán ser rectificadas antes de iniciar con la extensión de la arena.

**Drenajes y Pendientes**

- La superficie adoquinada deberá contar con la pendiente mínima necesaria para evacuar las aguas superficiales. El área se deberá mantener seca y las juntas libres de filtraciones nocivas para evitar el deterioro de la estructura adoquinada.
- La pendiente mínima para facilitar un adecuado drenaje será del 2%. La superficie también deberá contar con elementos de drenaje externo tales como cunetas, cañuelas los cuales recojan el agua superficial y la conduzcan hacia los drenajes previstos en el diseño.
- En el caso de grandes superficies, es necesario dividirlas para facilitar el correcto drenaje y la evacuación de las aguas superficiales, creando distintos planos con las pendientes adecuadas sin provocar excesivos desniveles.

**Confinamiento Externo**

- Antes de iniciar con la colocación de la capa de arena de soporte es necesario que la superficie a adoquinar cuente con elementos que confinen perimetralmente la estructura para evitar la dispersión de la arena y el desplazamiento lateral de los adoquines.
- El confinamiento estará dado por elementos como bordillos, sardineles o estructuras de drenaje, los cuales deberán ser prefabricados o construidos en sitio, con una resistencia a compresión mínima de 3000 psi a los 28 días y cuyas especificaciones técnicas deberán ser definidas previamente por la entidad contratante de acuerdo con los requerimientos de diseño y con el cumplimiento de lo establecido en la NTC 4109 Prefabricados de concreto. Bordillos, cunetas y tope llantas de concreto.
- Estos elementos deben estar apoyados como mínimo 15 cm por debajo del nivel inferior de los adoquines de arcilla para garantizar la fijación deseada.

**Colocación y nivelación de la capa de arena de soporte**

- La arena se debe colocar suelta, con un contenido de humedad aproximado del 5%, lo más uniforme posible sin llegar al nivel de saturación. El espesor suelto a colocar deberá estar entre los 4 y 5 cm, de modo que luego de extendida y terminada la capa ésta tenga un espesor entre 3 y 4 cm. El espesor mínimo aceptado será de 3 cm y el máximo de 4 cm.
- Para su colocación se deben emplear por lo menos dos rieles cada uno de 3 m de longitud, los cuales se dispondrán directamente sobre la superficie de apoyo para

extender la arena. Estos elementos deben ser rígidos, de madera o de metal (perfiles huecos de aluminio o listones de madera).

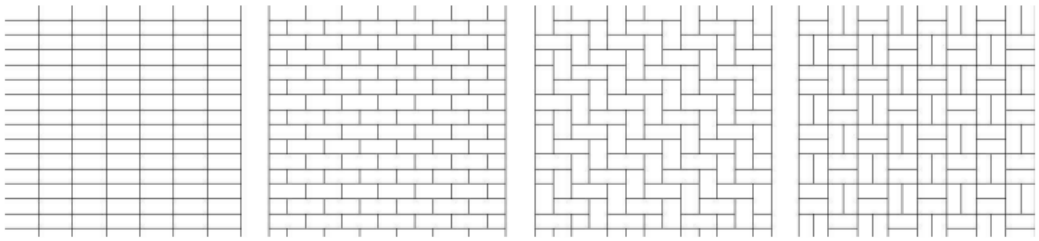
- Una vez enrasada la capa de arena de acuerdo con las cotas y pendientes determinados en el diseño, no se deberá perturbar su superficie hasta que sean colocados los adoquines. Si esto llega a ocurrir se levantará con un rastrillo el área afectada y se enrazará localmente con un codal pequeño.
- No se deberá trabajar en condiciones de lluvia, si llueve se deberá retirar la arena, llevarla al acopio, homogeneizarla de nuevo con arena más seca y volverla a extender. Si al final de la jornada de trabajo queda una franja de arena sin adoquinar, ésta deberá ser cubierta con plástico para protegerla de la lluvia, o del paso de peatones y animales; de la misma forma la superficie deberá ser protegida en caso de presentarse amenaza de lluvia.

**Colocación de los adoquines**

- Una vez colocada y enrasada la capa de arena se procederá a la colocación de los adoquines. La instalación se realizará de forma manual de acuerdo al patrón y a la orientación definidos en el diseño.
- La colocación de los primeros adoquines requiere de un especial cuidado ya que de estos primeros elementos dependerá el avance correcto del tramo. Es necesario colocar hilos usando equipos de topografía para controlar los niveles y el alineamiento, estos se recomiendan colocarlos al menos cada 2,5 m en sentido longitudinal y transversal; no es suficiente controlar un solo alineamiento.
- La junta mínima entre adoquines será de 2 mm y la máxima de 4 mm. Estas se deberán controlar con la ayuda de palustres, para abrir las que se cierran, y con martillos de caucho, para cerrar las juntas que se abren, o para alinear las unidades entre sí. En ningún caso se colocarán piezas a tope, sin juntas.
- La colocación del adoquín de arcilla se deberá realizar evitando pisar la capa de arena, por lo que se debe trabajar sobre la superficie ya instalada; no se deberán concentrar cargas junto al borde principal de instalación, el arrume de adoquines deberá estar como mínimo a 1 m de este borde, igual que el grupo de operarios.
- Los adoquines no se deben lanzar, deben ser colocados en arrumes no mayores a 1,50 m de altura, almacenados sobre superficies limpias, secas y planas (se pueden colocar sobre estibas de madera). En lo posible cuando comience la colocación de los adoquines se deberá disponer de arrumes cercanos para facilitar la labor de los instaladores.
- No se recomienda la colocación de adoquines de arcilla sobre arena en zonas con pendientes superiores al 8% ó zonas expuestas a frecuente e intenso contacto con agua.

**Patrones de colocación para superficies de tránsito peatonal**

- Existe una gran cantidad de formas de adoquines, algunos de ellos, como los rectangulares, se pueden colocar en una gran variedad de patrones de colocación.




Para tránsito peatonal se puede utilizar cualquier orientación, pero si la pendiente longitudinal supera el 10%, las hiladas también se deben poner transversales a la pendiente de la vía.

**Confinamiento Interno**

- En zonas de andén y pavimentos en adoquín de arcilla será necesario la colocación de un confinamiento interno para un mejor comportamiento y estabilidad de la superficie adoquinada. En superficies adoquinadas con pendientes mayores al 8 %, en longitudes mayores a 6 m o en superficies con cambios de nivel, también será necesario la colocación de dicho confinamiento.
- Estos elementos podrán ser prefabricados o construidos en sitio con una resistencia a compresión mínima de 3000 psi a los 28 días y cuyas especificaciones técnicas deberán ser definidas previamente por la entidad contratante de acuerdo a los requerimientos de diseño y con el cumplimiento de lo establecido en la NTC 4109 Prefabricados de concreto. Bordillos, cunetas y tope llantas de concreto.
- Los elementos de confinamiento tendrán un ancho mínimo de 10 cm y deberán apoyarse como mínimo 15 cm por debajo del nivel inferior de los adoquines de arcilla para garantizar la estabilidad deseada. Estos elementos deberán instalarse o construirse al mismo tiempo de instalación de los adoquines con el fin de no dejar espacios libres que puedan producir el desplazamiento de éstos.

**Compactación**

- Una vez terminados los ajustes con piezas de adoquín, se procederá a la compactación inicial de la superficie adoquinada, mediante dos pasos de una vibrocompactadora de placa. El área adoquinada se deberá compactar sólo hasta un (1) metro del borde del avance de la obra o de cualquier borde no confinado para que no haya posibilidad de desplazamiento de los adoquines, en caso de que esto suceda, será necesario retirarlos, nivelar la capa de arena y volver a instalarlos para luego proceder con la compactación. Al terminar la jornada de trabajo los adoquines deberán haber recibido por lo menos la compactación inicial, excepto la franja de un metro anteriormente descrita. Los adoquines que resulten fracturados o partidos en esta primera compactación deberán ser remplazados. Al final de la jornada la zona de trabajo deberá

ser protegida para evitar el paso de personas o animales. No es recomendable dejar más de un día superficies sin compactar.

- Una vez realizada la compactación inicial se procederá con la colocación de la arena de sello. Esta arena se debe extender seca sobre el área adoquinada hasta una distancia de un (1) metro del borde del avance de la obra o de cualquier otro borde no confinado. El área se barrerá repetidamente y en distintas direcciones con una escoba o cepillo para que la arena penetre y llene las juntas, el barrido debe realizarse por lo menos cuatro (4) veces o hasta que los adoquines queden sellados.
- Al mismo tiempo se aplicará la compactación final, donde cada punto de la superficie adoquinada recibirá mínimo tres (3) pasadas de la vibrocompactadora de placa preferiblemente en distintas direcciones para conseguir la compactación adecuada. Tras cada una de las pasadas se comprobará el estado de las juntas, añadiéndose arena a medida que ésta se va introduciendo al interior de éstas. Si en el momento de la aplicación llegase a llover, la arena de sello debe retirarse y se extenderá nuevamente una capa de arena seca. Es necesario que por lo menos durante una semana la actividad de barrer y extender la arena se realice varias veces para asegurar el llenado total de las juntas. La actividad de sellado es fundamental para asegurar la estabilidad del pavimento adoquinado, un sellado a tope reducirá las filtraciones de agua al interior de la estructura. No se permitirá el tránsito hasta que la compactación final y el sello de las juntas hayan sido ejecutadas a satisfacción de acuerdo con los requerimientos de la presente especificación.

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

El adoquín deberá cumplir con los requisitos físicos presentados en la siguiente tabla.

Tabla 1. Requisitos físicos.

| Designación | Resistencia a la compresión, plano, área total, min. | | Absorción de agua fría, máx. % | | Coeficiente de Saturación, máx.[B] | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Promedio de 5 adoquines Mpa (Psi) | Individual Mpa (Psi) | Promedio de 5 adoquines | Individual | Promedio de 5 adoquines | Individual |
| Tipo I | 55,2 (8 000) | 48,3 (7 000) | 8 | 11 | 0,78 | 0,80 |
| Tipo II | 38,0 (5 500) | 33,0 (4 780) | 14 | 17 | no hay límite | no hay límite |
| Tipo III | 20,7 (3 000) | 17,2 (2 500) | No hay límite | No hay límite | no hay límite | no hay límite |

[A] El comprador debe considerar el módulo mínimo de valores de ruptura para uso del adoquín en donde el apoyo o la carga pueden ser severas.

[B] El coeficiente de saturación es la relación de la absorción por inmersión durante 24 h en agua a temperatura ambiente, con la absorción después de 5 h de inmersión en agua hirviendo.

Fuente. Norma técnica Colombiana NTC 3829

| |
|---|
| **ENSAYOS POR REALIZAR**: N/A |
| **MATERIALES:**<br>• Adoquín de arcilla 20x10x6cm<br>• Arena de peña en municipio |
| **EQUIPOS:**<br>• Herramienta menor |
| **TRANSPORTE**: |
| **DESPERDICIOS:** N/A |
| **MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios. |
| **ÍTEM DE PAGO:** 5.1 ADOQUÍN DE ARCILLA 20X10X6CM |
| **MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** La unidad de medida de los adoquines de arcilla será el metro cuadrado (m²) de superficie adoquinada, instalada y terminada de acuerdo a los requerimientos expuestos en la presente especificación y con la debida aprobación a satisfacción por parte del Interventor. El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato y por toda la obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el interventor. El precio unitario deberá incluir el cargue, transporte, descargue, desperdicio, almacenamiento y colocación de la arena conforme a lo exigido en la presente especificación. Mano de obra, suministro e instalación de los adoquines. Incluirá también los costos de adquisición de las herramientas, suministro de los materiales y mano de obra para el desarrollo de la actividad, cargue, transporte, descargue, almacenamiento, desperdicio, cortes, colocación, sellado y compactación de los adoquines. Y las instalaciones provisionales, los costos de arreglo o construcción de vías de acceso a las fuentes de materiales; la señalización de las obras, y en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados. |
| **NO CONFORMIDAD:** Cuando no se cumplan con el material no cumpla con las especificaciones del estudio de suelos, compactación, granulometría y calidades requeridas para la ejecución correcta de la actividad. |

**13. *SARDINEL PREFABRICADO A-10***

| |
|---|
| **ESPECIFICACION:** NTC 4109 |
| **UNIDAD DE MEDIDA:** ML |
| **DESCRIPCIÓN:**<br>De acuerdo con la norma NTC 4109, sardinel o bordillo es una estructura de concreto que, a modo de muro, se utiliza para separar superficies a nivel o desnivel, con el fin de delimitar |

visualmente o confinar un área determinada o separar superficies con diferentes tipos de tráfico. Algunas veces, el bordillo está adosado a una cuneta formando un bordillo cuneta. La función de un sardinel es delimitar el área de circulación peatonal en el andén y permitir el cambio de nivel respecto a la calzada vehicular, mientras que la función de un bordillo es servir de confinamiento para cambios de material o para conformar bordes en zonas verdes. Es decir, que el sardinel se utiliza en presencia de tráfico vehicular y el bordillo se utiliza para zonas peatonales. En el caso de condiciones normales de pendientes y en ausencia de alguna característica del sitio que amerite un sardinel o bordillo de diseño especial, se sugiere al exigir la utilización de elementos prefabricados ya que existe un mejor control de calidad con este tipo de elementos. Se instala este sardinel con el fin de confinar la estructura diseñada, tanto su base si se requiere, como la de la base de graba y la altura grama sintética. De requerirse por tema de cerramiento , el sardinel puede ser remplazado por una viga perimetral.

**PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**

- Se construirán sardineles o bordillos prefabricados de acuerdo con los diseños y alineaciones que aparecen en los planos y donde lo indique el Interventor.
- Los sardineles o bordillos prefabricados se sentarán sobre un lecho de mortero de cemento y arena de río en proporción 1:4 respectivamente, siguiendo el alineamiento previsto, una vez haya fraguado la capa de concreto pobre.
- El bordillo se colocará manualmente a nivel, manteniendo el operario una leve presión sobre el mismo. Se debe tener la precaución de dejar un espacio de aproximadamente 10 mm para la junta entre bordillos.
- Siempre que se pueda, es conveniente comenzar la colocación en una alineación recta y por el punto más bajo del terreno y continuar pendiente arriba.
- La junta entre piezas será de 10 mm como máximo y se rellenará con mortero de cemento y arena de río en proporción 1:3, respectivamente.
- Los sardineles o bordillos se construirán con una mezcla homogénea de agregados, agua y cemento Portland tipo I, suministrada por una planta mezcladora de concreto que garantice una resistencia mínima a la compresión de 17,5 MPa (2500 psi) y un tamaño máximo de agregado de 25 mm (1"). En los casos en los que por la dimensión del elemento no sea factible el suministro de mezcla de planta, se puede permitir elaborar el concreto en sitio, previa aprobación de la interventoría.
- No se permite que la subrasante esté constituida por suelos expansivos, dispersivos o colapsables.
- Se debe verificar que la subrasante se encuentre bien drenada. Se debe retirar todas las raíces y materia orgánica y realizar los rellenos necesarios para obtener la cota de proyecto definida en los estudios previos. Es necesario retirar las zonas blandas y sustituirlas por material adecuado.
- Los sardineles o bordillos se colocarán sobre una capa de concreto pobre de 4 cm de espesor, previa colocación de un cimiento formado por una capa de material granular

tipo SBG-1 de 15 cm de espesor compactada al 95% de la densidad seca máxima del ensayo Próctor Modificado.

- Los sardineles o bordillos fundidos en sitio deben tener tres tipos de juntas:
- Juntas de contracción, juntas de expansión y juntas de construcción.
- Las juntas de contracción se construirán cada 1,50 m de longitud, con un ancho entre 3 mm y 10 mm y una profundidad entre 30 mm y 40 mm; mediante una plantilla de acero, o dejándola previamente incluida en la formaleta, sin afectar la continuidad del acero de refuerzo.
- Se construirán juntas de expansión cada 24,0 m de separación máxima. Estas juntas tendrán un ancho entre 15 mm y 20 mm y deben cortar completamente la sección del elemento, incluyendo el acero de refuerzo. El vacío que forme la junta será rellenado con emulsión asfáltica de rompimiento medio.
- Las juntas de construcción se deben construir de igual manera que las juntas de expansión.
- Se instala este sardinel con el fin de confinar la estructura diseñada, tanto sub-base si se requiere, como la de la base de graba y la altura grama sintética. De requerirse por tema de cerramiento, el sardinel puede ser remplazado por una viga perimetral.

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

- Instalación según planimetría, especificaciones del fabricante y según proceso constructivo.
- Se deberá cumplir con las exigencias generales y específicas sugeridas por el interventor de obra, además de las establecidas con el respectivo contrato de la obra.

**ENSAYOS POR REALIZAR**:

- Tolerancia elementos en concreto –NSR 10
- Recubrimiento del refuerzo -NSR 10
- Contenido mínimo de cemento en la mezcla –NSR 10

**MATERIALES:**

- Sardinel prefabricado a-10 (800x200x500mm)
- Base granular
- Mortero 1:5 elaborado en obra

**EQUIPOS:**

- Herramienta menor

**TRANSPORTE**:

• Transporte de materiales - t

**DESPERDICIOS:** Incluidos

**MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios.

| |
|---|
| **ÍTEM DE PAGO:** SARDINEL PREFABRICADO A-10 |
| **MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** Se medirá y pagará por metro lineal (m), del ítem correctamente ejecutado, la actividad previamente será verificada y aprobada por la interventoría. |
| **NO CONFORMIDAD:** En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato |

## 14. *TABLETA PREFABRICADA TIPO TACTIL GUIA DIM: 0.20 X 0.20*

| |
|---|
| **ESPECIFICACION:** NTC 4109 |
| **UNIDAD DE MEDIDA:** ML |
| **DESCRIPCIÓN:**<br>De acuerdo con la norma NTC 4109, sardinel o bordillo es una estructura de concreto que, a modo de muro, se utiliza para separar superficies a nivel o desnivel, con el fin de delimitar visualmente o confinar un área determinada o separar superficies con diferentes tipos de tráfico. Algunas veces, el bordillo está adosado a una cuneta formando un bordillo cuneta. La función de un sardinel es delimitar el área de circulación peatonal en el andén y permitir el cambio de nivel respecto a la calzada vehicular, mientras que la función de un bordillo es servir de confinamiento para cambios de material o para conformar bordes en zonas verdes. Es decir, que el sardinel se utiliza en presencia de tráfico vehicular y el bordillo se utiliza para zonas peatonales. En el caso de condiciones normales de pendientes y en ausencia de alguna característica del sitio que amerite un sardinel o bordillo de diseño especial, se sugiere al exigir la utilización de elementos prefabricados ya que existe un mejor control de calidad con este tipo de elementos. Se instala este sardinel con el fin de confinar la estructura diseñada, tanto su base si se requiere, como la de la base de graba y la altura grama sintética. De requerirse por tema de cerramiento, el sardinel puede ser remplazado por una viga perimetral. |
| **PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**<br>• Se construirán sardineles o bordillos prefabricados de acuerdo con los diseños y alineaciones que aparecen en los planos y donde lo indique el Interventor.<br>• Los sardineles o bordillos prefabricados se sentarán sobre un lecho de mortero de cemento y arena de río en proporción 1:4 respectivamente, siguiendo el alineamiento previsto, una vez haya fraguado la capa de concreto pobre. |

- El bordillo se colocará manualmente a nivel, manteniendo el operario una leve presión sobre el mismo. Se debe tener la precaución de dejar un espacio de aproximadamente 10 mm para la junta entre bordillos.
- Siempre que se pueda, es conveniente comenzar la colocación en una alineación recta y por el punto más bajo del terreno y continuar pendiente arriba.
- La junta entre piezas será de 10 mm como máximo y se rellenará con mortero de cemento y arena de río en proporción 1:3, respectivamente.
- Los sardineles o bordillos se construirán con una mezcla homogénea de agregados, agua y cemento Portland tipo I, suministrada por una planta mezcladora de concreto que garantice una resistencia mínima a la compresión de 17,5 MPa (2500 psi) y un tamaño máximo de agregado de 25 mm (1"). En los casos en los que por la dimensión del elemento no sea factible el suministro de mezcla de planta, se puede permitir elaborar el concreto en sitio, previa aprobación de la interventoría.
- No se permite que la subrasante esté constituida por suelos expansivos, dispersivos o colapsables.
- Se debe verificar que la subrasante se encuentre bien drenada. Se debe retirar todas las raíces y materia orgánica y realizar los rellenos necesarios para obtener la cota de proyecto definida en los estudios previos. Es necesario retirar las zonas blandas y sustituirlas por material adecuado.
- Los sardineles o bordillos se colocarán sobre una capa de concreto pobre de 4 cm de espesor, previa colocación de un cimiento formado por una capa de material granular tipo SBG-1 de 15 cm de espesor compactada al 95% de la densidad seca máxima del ensayo Próctor Modificado.
- Los sardineles o bordillos fundidos en sitio deben tener tres tipos de juntas:
- Juntas de contracción, juntas de expansión y juntas de construcción.
- Las juntas de contracción se construirán cada 1,50 m de longitud, con un ancho entre 3 mm y 10 mm y una profundidad entre 30 mm y 40 mm; mediante una plantilla de acero, o dejándola previamente incluida en la formaleta, sin afectar la continuidad del acero de refuerzo.
- Se construirán juntas de expansión cada 24,0 m de separación máxima. Estas juntas tendrán un ancho entre 15 mm y 20 mm y deben cortar completamente la sección del elemento, incluyendo el acero de refuerzo. El vacío que forme la junta será rellenado con emulsión asfáltica de rompimiento medio.
- Las juntas de construcción se deben construir de igual manera que las juntas de expansión.
- Se instala este sardinel con el fin de confinar la estructura diseñada, tanto sub-base si se requiere, como la de la base de graba y la altura grama sintética. De requerirse por tema de cerramiento, el sardinel puede ser remplazado por una viga perimetral.

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

| |
|---|
| • Instalación según planimetría, especificaciones del fabricante y según proceso constructivo.<br>• Se deberá cumplir con las exigencias generales y específicas sugeridas por el interventor de obra, además de las establecidas con el respectivo contrato de la obra. |
| **ENSAYOS POR REALIZAR**:<br>• Tolerancia elementos en concreto –NSR 10<br>• Recubrimiento del refuerzo -NSR 10<br>• Contenido mínimo de cemento en la mezcla –NSR 10 |
| **MATERIALES:**<br>• Sardinel prefabricado a-10 (800x200x500mm)<br>• Base granular<br>• Mortero 1:5 elaborado en obra |
| **EQUIPOS:**<br>• Herramienta menor |
| **TRANSPORTE**:<br>• Transporte de materiales - t |
| **DESPERDICIOS:** Incluidos |
| **MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios. |
| **ÍTEM DE PAGO:** SARDINEL PREFABRICADO A-10 |
| **MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** Se medirá y pagará por metro lineal (m), del ítem correctamente ejecutado, la actividad previamente será verificada y aprobada por la interventoría. |
| **NO CONFORMIDAD:** En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato |

**15. *CONCRETO 3000 PSI***

| |
|---|
| **ESPECIFICACION:** 630 – 22 INVIAS |
| **UNIDAD DE MEDIDA:** M3 |
| **DESCRIPCIÓN:**<br>Esta especificación consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabado de los concretos de material cementante de tipo hidráulico, |

utilizados para la construcción de estructuras en general, de acuerdo con los documentos del proyecto.

**PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**

- Consultar Planos Arquitectónicos.
- Consultar Planos Estructurales.
- Consultar NSR 10.
- Preparar formaletas y aplicar desmoldantes.
- Levantar y acodalar formaletas.
- Verificar plomos y dimensiones.
- Vaciar y vibrar el concreto.
- Curar concreto.
- Verificar plomos y niveles para aceptación. indispensable la utilización del vibrador para evitar porosidades y hormigueos en la estructura y garantizar así la resistencia y acabados solicitados.
- El Contratista deberá verificar los niveles de los pisos terminados para cumplir con esta recomendación.
- El proveedor deberá garantizar al CONTRATISTA el cumplimiento de las especificaciones para la mezcla de concreto, además de la manera de vaciarse, vibrarse y curarse; según la norma NSR-10 y observaciones de la interventoría.

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

- •

| Característica | Norma de ensayo | Frecuencia (Nota 1) |
|---|---|---|
| **Composición (F)** | | |
| Granulometría | INV E-213 | 1 por jornada |
| Módulo de finura | INV E-213 | 1 por jornada |
| **Dureza, agregado grueso (O)** | | |
| Desgaste en la máquina de Los Ángeles | INV E-218 | 1 por mes |
| **Durabilidad (O)** | | |
| Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos (Nota 2) | INV E-220 | 1 por mes |
| Reactividad de los agregados | Ver numeral 630.2.6.1.3 | Tabla 630 — 17 |
| **Limpieza (F)** | | |
| Terrones de arcilla y partículas deleznables | INV E-211 | 1 por semana |
| Partículas livianas | INV E-221 | 1 al inicio del proyecto, 1 cada cambio de fuente y 1 cada 2,5 meses |
| Material que pasa el tamiz de 0,075 mm (nro. 200) | INV E-214 | 1 por semana |
| **Geometría de las partículas (F)** | | |
| Índice de alargamiento | INV E-230 | 1 por semana |
| Índice de aplanamiento | INV E-230 | 1 por semana |

Nota 1: se entiende como jornada, un día (1 d) de producción de agregados.

Nota 2: el ensayo se puede realizar con sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

| |
|---|
| **ENSAYOS POR REALIZAR**:<br>• Tolerancia elementos en concreto –NSR 10<br>• Recubrimiento del refuerzo -NSR 10<br>• Contenido mínimo de cemento en la mezcla –NSR 10 |
| **MATERIALES:**<br>• Agua<br>• Arena lavada de río en municipio<br>• Cemento gris<br>• Triturado en municipio |
| **EQUIPOS:**<br>• Herramienta menor |
| **TRANSPORTE**:<br>• Transporte de materiales - t |
| **DESPERDICIOS:** Incluidos |
| **MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios. |
| **ÍTEM DE PAGO:** SARDINEL PREFABRICADO A-10 |
| **MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** Se medirá y pagará por metro lineal (m), del ítem correctamente ejecutado, la actividad previamente será verificada y aprobada por la interventoría. |
| **NO CONFORMIDAD:** En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato |

## 16. EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMÚN H=0.0-2.0 M (INCLUYE RETIRO DE SOBRANTES A UNA DISTANCIA MENOR DE 5 KM)

| |
|---|
| **ESPECIFICACION:** Artículo 600 – 22 |
| **UNIDAD DE MEDIDA:** M3 |
| **DESCRIPCIÓN:**<br>Este trabajo consiste en la excavación necesaria para las fundaciones de las estructuras a las cuales se refiere el presente artículo, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los documentos del proyecto. Comprende, además, la construcción de sistemas de apuntalamientos y entibados, encofrados, ataguías y cajones y el sistema de drenaje que sea necesario para la ejecución de los trabajos de excavación; así como el retiro posterior de |

encofrados y ataguías. Incluye también, la remoción, el transporte, la disposición de todo material generado por las actividades de excavación y limpieza final que sea necesaria para la terminación del trabajo.

**PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**

- Antes de iniciar la excavación todas las áreas de trabajo deben estar debidamente señalizadas e implementadas las actividades de control recomendadas en la evaluación del panorama de riesgos de la obra.
- Desarrollar de las excavaciones por medios manuales de las áreas indicadas en los planos del proyecto.
- Reservar el material que se pueda requerir para el posterior lleno del área excavada cuidando de no contaminarlo
- Adelantar el Acarreo, acopio provisional del material sobrante de las excavaciones.
- Realizar el retiro de sobrantes hasta el sitio de disposición final aprobado para los residuos y sobrantes de la construcción.

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

- N/A

**ENSAYOS POR REALIZAR**:

- Tolerancia elementos en concreto –NSR 10
- Recubrimiento del refuerzo -NSR 10
- Contenido mínimo de cemento en la mezcla –NSR 10

**MATERIALES:**

- N/A

**EQUIPOS:**

- Herramienta menor

**TRANSPORTE**:
• Transporte de materiales - t

**DESPERDICIOS:** Incluidos

**MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios.

**ÍTEM DE PAGO:** EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMÚN H=0.0-2.0 M (INCLUYE RETIRO DE SOBRANTES A UNA DISTANCIA MENOR DE 5 KM)

**MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** Se cancelará por volumen (M3) en sitio, de material excavado medido en banco. El contratista debe considerar en su análisis de precio todas las labores de protección de áreas contiguas, y de la conservación y proyección del material apto para ser reutilizado como lleno en etapa posterior de la obra. También debe considerar los costos de

| |
|---|
| manejo y control del material particulado, trasiego, requerido al interior de la obra. El precio no incluye el retiro de material excavado por fuera de la obra. |
| **NO CONFORMIDAD:** En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato |

## 17. *TUBERÍA EN PVC ALCANTARILLADO DE 10"*

| |
|---|
| **ESPECIFICACION:** Artículo 663 – 22 |
| **UNIDAD DE MEDIDA:** ML |
| **DESCRIPCIÓN:**<br>Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo y colocación de tuberías de plástico, del tipo y con los diámetros, alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los documentos del proyecto; comprende, igualmente, el suministro de los materiales para las juntas de los tubos y la construcción de estas, así como las conexiones a cabezales u obras existentes o nuevas y la remoción y disposición del material sobran te. |
| **PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**<br>• La preparación de las condiciones de instalación de la tubería se debe llevar a cabo de acuerdo con lo indicado en el numeral 660.4.1 del artículo 660, Tubería de concreto simple. Así mismo, para la estabilidad de la excavación, se debe determinar si es requerido el uso de entibados o perfilado de los taludes de excavación cuando se requiera y con base en las recomendaciones del especialista en geotecnia.<br>• La tubería se debe instalar siguiendo las instrucciones del fabricante; se debe ubicar en forma ascendente, comenzando por el lado de salida y con los extremos acampanados o de ranura dirigidos hacia el cabezal o caja de entrada de la obra. Antes de instalar la tubería dentro de la zanja, se deben inspeccionar y limpiar las uniones.<br>• El fondo de la tubería se debe ajustar a los alineamientos y cotas señalados en los documentos del proyecto del proyecto. Cada tramo de tubo debe quedar completamente soportado y deben verificarse su alineamiento y cotas, antes de colocar el siguiente tramo.<br>• En las instalaciones múltiples de tuberías paralelas, si los documentos del proyecto no indican otra cosa, la distancia libre entre caras externas de las tuberías debe ser igual a medio (1/2) diámetro externo, pero no menos de seiscientos milímetros (600 mm). |
| **TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**<br>• El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo son de obligatorio cumplimiento tal como se encuentra expresado en el numeral 103.2 del artículo 103, |

Responsabilidades especiales del constructor. Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Verificar el estado de funcionamiento del equipo de construcción.
- Verificar el cumplimiento de las disposiciones existentes en el artículo 102, Aspectos generales de seguridad y salud.
- Comprobar que los tubos y demás mate riales y mezclas por utilizar, cumplan los requisitos de la presente especificación.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado.
- Verificar que, el alineamiento y pendiente de la tubería, estén de acuerdo con los requerimientos de los documentos del proyecto.
- Los tubos de plástico deben cumplir con los criterios de aceptación establecidos en la norma aplicable de las mencionadas en el numeral 663.2.1, según el tipo de tubo.

**NORMAS**:

- NTC 5055 (ASTM F794).
- NTC 5070 (ASTM F1803).
- NTC 4764 (ASTM F794).
- ASTM F949.
- NTC 5447 (ASTM F2306).
- ASTM F2648.
- NTC 6326 (ASTM F667).
- ASTM F714.
- ASTM F894.
- ASTM D7001, NTC 3870, ASTM D3262, ASTM D3517, ASTM D2412.
- NTC 3877 (ASTM D4161).
- NTC 3878 (ASTM D3839).
- ASTM D3567.
- NTC 3785 (ASTM D3681).
- NTC 595 (ASTM D638)

**MATERIALES:**

| |
|---|
| • Tubería PVC alcantarillado 10"<br>• Lubricante PVC 500 gramos |
| **EQUIPOS:**<br>• Herramienta menor |
| **TRANSPORTE**:<br>• N/A t |
| **DESPERDICIOS:** Incluidos |
| **MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios. |
| **ÍTEM DE PAGO:** TUBERÍA PVC ALCANTARILLADO 10" |
| **MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** La unidad de medida de la tubería debe ser el metro (m), aproximado a la décima (0,1), de tubería de plástico suministrada y colocada de acuerdo con los documentos del proyecto aprobados por el interventor y esta especifica ción. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, emplean do el método de redondeo de la norma INV E 823. El pago se debe hacer a los precios unitarios del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada por el interventor. |
| **NO CONFORMIDAD:** En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato |

**18. *SUMIDERO CON CAJA EN LA VIA CON SELLO HIDRÁULICO***

| |
|---|
| **ESPECIFICACION:** Artículo 663 – 22 |
| **UNIDAD DE MEDIDA:** UND |
| **DESCRIPCIÓN:**<br>construcción de sumidero lateral fundido en sitio, según diseño, localización y dimensiones expresadas en los planos arquitectónicos y planos hidráulicos |
| **PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**<br>• Consultar planos arquitectónicos<br>• Consultar planos hidrosanitarios<br>• Consultar NC-AS-IL02-17 (Normas EPM)<br>• Verificar medidas, cantidades y diámetros.<br>• Los sumideros s de calzada para aguas lluvias serán construidos en los lugares señalados en los planos y de acuerdo de detalles; estarán localizados en la parte más baja de la calzada favoreciendo la concentración de agua lluvias en forma rápida e inmediata. |

- Realizar la excavación para la construcción del sumidero de acuerdo con los planos y cotas del diseño aprobado por la interventoría
- Elaborar y colocar un solado de limpieza de 5 cm previo a la colocación del acero de refuerzo.
- Suministro, corte y armado de acero de refuerzo.
- Colocar la formaleta en madera para el vaciado del concreto de los muros
- Elaborar y colocar el concreto dentro de las formaletas procurando un adecuado vaciado de concreto, mediante uso de vibrador de concreto.
- Dejar fraguar el concreto colocado.
- Retirar la formaleta metálica y dar un terminado adecuado a las paredes del sumidero, así como a la cinta donde reposará la rejilla prefabricada
- Instalar rejilla prefabricada
- Revisar que no haya fugas de agua

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

- Usar longitudes completas de tuberías donde sea posible.
- Se deberán utilizar accesorios necesarios para los cambios de dirección y las conexiones de derivación.
- Todas las reducciones de diámetro y cambios de dirección deberán ser ejecutados con accesorios aprobados para el tipo de material que se está utilizando.
- Toda tubería que pase debajo o a través u otros materiales corrosivos debe estar protegida de la corrosión exterior.

**ENSAYOS POR REALIZAR**

- Cumplir con los diseños y planos a plena satisfacción de interventoría y supervisión

**MATERIALES:**

- Concreto 2000 PSI
- Concreto 3500 PSI
- Formaleta sumideros
- Acero de refuerzo 60000 PSI
- Acero de refuerzo 37000 PSI
- Rejilla y marco

**EQUIPOS:**

- Herramienta menor

**TRANSPORTE**:

• N/A t

**DESPERDICIOS:** Incluidos

| |
|---|
| **MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios. |
| **ÍTEM DE PAGO:** TUBERÍA PVC ALCANTARILLADO 10" |
| **MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** Se medirá y pagará después de ser revisado y aprobado por la Interventoría o supervisor del proyecto. El sumidero convencional tipo EMPOPASTO será pagado por Unidad. El precio unitario al que se pagará será el consignado en el contrato. |
| **NO CONFORMIDAD:** En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato. |

## 19. *SEÑAL VERTICAL GRUPO I 0.60x0.60M POSTE 3.5M*

**ESPECIFICACION:** Artículo 710 – 22

**UNIDAD DE MEDIDA:** UND

**DESCRIPCIÓN:**

Este trabajo radica en el suministro, almacena miento, transporte e instalación de señales verticales de tránsito, para reglamentar, prevenir e informar a los usuarios, de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto y las instrucciones del interventor. El diseño de las señales verticales, los mensajes y los colores, deben estar en concordancia con el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte y demás normas que lo complementen o sustituyan. El diseño de las señales verticales y señalización especial para túneles debe estar en concordancia con el Manual para el Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de Túneles de Carretera para Colombia vigente y demás normas que lo complementen o sustituyan.

**PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**

- **Lámina de aluminio**
  - **Material** La lámina de aluminio debe ser de aleaciones 6061-T6, 5052-H38, NTC 1685 (ASTM B209) o extrusiones similares.
  - **Espesor** El espesor debe ser de dos milímetros, medi dos con una tolerancia de más o menos cero coma dos milímetros (2 mm ± 0,2 mm). La medida se puede efectuar en cualquier parte de la lámina, a una distancia no menor de diez milímetros (10 mm) del borde.
  - **Tratamiento de la cara frontal** Previamente a la aplicación del material retrorreflectivo, la lámina debe estar limpia, desengrasada y seca de toda humedad; igualmente, debe estar libre de óxido blanco. El aluminio debe tener una superficie de terminado producida con abrasivo grado cien (100) o más fino.

- **Tratamiento de la cara posterior** Una vez cortada y pulida, la lámina se debe limpiar y desengrasar, aplicando seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipolia mida), para colocar finalmente una capa de esmalte sintético blanco**.**

- **Consideraciones adicionales** Cuando se use este material para señales verticales de destino, de información en ruta y señales elevadas, se deben elaborar en lámina calibre veinte (20) como mínimo. A los tableros de las señales elevadas, se les puede hacer dos (2) dobleces o pestañas de dos centímetros (2 cm) cada una, en sus cuatro (4) bordes, con el objeto de darle mayor rigidez. Los tableros deben ser montados sobre una estructura que garantice su estabilidad y rigidez, la cual debe ser fijada al sistema de soporte.

**Material para postes y brazos de los postes:**

- Se pueden utilizar distintos materiales y sistemas de soporte, siempre y cuando estos cuenten con el sustento técnico y/o ensayos de laboratorio certificados que demuestren que los mismos cumplen las condiciones descritas anteriormente o sistemas abatibles o quebradizos que no generen superficies cortantes o punzantes. Para los anteriores casos se debe contar con la previa autorización mediante resolución motivada emitida por el Ministerio de Transporte. En caso contrario se deben utilizar sistemas de soporte constituidos por poste monolítico y brazos, elaborados en perfil en ángulo de hierro de dos (2) pulgadas por dos (2) pulgadas por un cuarto (1/4) de pulgada, de espesor para el elemento vertical y un octavo (1/8) de pulgada de espesor para los elementos horizontales, con límite de fluencia mínimo de veinticinco kilogramos por milímetro cuadrado (25 kg/mm ) en todos los tipos de señales, el cual debe ser de primera clase, no se debe permitir hormigueo en ninguna parte de su longitud. También pueden ser fabricados en tubo galvanizado redondo o cuadrado, de dos (2) pulgadas y dos milímetros (2 mm) de espesor; en este caso, todos los extremos expuestos deben estar sellados con su respectiva tapa metálica soldada en todo su perímetro para evitar la penetración de agua.
- El perfil debe ser de primera clase, sin hormigueos en ninguna parte de su longitud; no se deben aceptar añadiduras ni traslapos en postes y brazos. El galvanizado se debe aplicar por inmersión en caliente, según las normas NTC 2076 (ASTM A153) y NTC 4011 (ASTM A653).
- Se debe garantizar la rigidez de las láminas de los tableros correspondientes a las señales preventivas (SP), reglamentarias (SR), informativas de identificación, de información general, de servicios y turísticas (SI) y los delineadores, fijándolas a una cruceta formada entre el poste y sus brazos, los cuales deben formar un perfecto plano de apoyo para el tablero, el cual debe aislarse con materiales que eliminen el efecto rocío en la señal cuando está en contacto con la lámina del tablero, en los casos que éstos se construyan con materiales que produzcan dicho efecto.

- La soldadura del brazo debe ser con piquete o suplemento. En señales dobles, la rigidez se debe garantizar con dos (2) crucetas del mismo tipo citado anteriormente, debidamente soldadas.
- Se deben adoptar medidas que dificulten el robo u otras acciones vandálicas que alteren la correcta posición de las señales. Entre otros se puede fijar el tablero de la señal con remaches, usar pernos con tuerca antivandálicas o doblar los pernos, aplicar soldadura o epóxico a los pernos para dificultar el robo de las señales. Además, los postes deben ser anclados en hormigón de suficiente resistencia para evitar el robo del sistema total. El sistema de soporte debe ser de color blanco y, su material, inoxidable o debe ser tratado con materiales anticorrosivos.
- Todo elemento de fijación debe ser de un material inoxidable y que no manche el mate rial de la señal.
- En condiciones especiales, en donde no exista la distancia longitudinal suficiente que permita colocar dos (2) señales verticales individuales separadas, se pueden adosar hasta dos (2) tableros de señales verticales en un solo soporte; en tal caso, los dos (2) tableros deben ser del mismo tamaño sesenta, setenta y cinco, noventa o ciento veinte centímetros (60 cm, 75 cm, 90 cm o 120 cm). Cuando se instale una señal preventiva y una reglamentaria para una misma situación, la señal preventiva se debe adosar en la parte superior del soporte.
- El sistema de soporte de las señales elevadas debe diseñarse estructuralmente de tal forma que se garantice su estabilidad ante todas las cargas a las que pueda estar sometida la estructura y acorde con el tamaño de los tableros. También, se debe garantizar la posición correcta de los tableros y, adicionalmente, que la estructura no represente un peligro grave al ser impactada por un vehículo. Estos elementos se deben diseñar acorde con las siguientes normas: AISC-360, AISC-303 y el Steel Construction Manual (AISC), involucrando las cargas y condiciones de impacto estipuladas por MASH-2 de la AASHTO

**Material para anclaje a la fundación**

- Los postes se deben diseñar con un anclaje en la parte inferior, soldado en forma de T, con ángulo de acero galvanizado de veinticinco milímetros (25 mm) por veinticinco milímetros (25 mm) por tres coma dieciocho milímetros (3,18 mm), con límite de fluencia mínimo de doscientos cincuenta megapasacales (250 MPa). En los casos donde así lo indique el diseño, se debe realizar el anclaje a la funda ción conforme con lo indicado en los planos de diseño aprobados para el proyecto.
- El galvanizado se debe aplicar por inmersión en caliente, según las normas NTC 2076 (ASTM A153) y NTC 4011 (ASTM A653).

**Recubrimiento de los postes**

- Los postes, crucetas y anclajes galvanizados deben ser recubiertos con esmalte blanco**.**

**Soldadura**

- Todos los procedimientos de soldadura se deben llevar a cabo por soldadores con calificación vigente en observancia de la norma AWS y siguiendo las especificaciones del artículo 650, Estructuras de acero. La soldadura se debe aplicar antes del galvaniza do.

**Dimensiones de los tableros**

- Se deben atender las disposiciones sobre las dimensiones de tableros mencionadas en el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte.

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo utilizado por el constructor.
- Comprobar que todos los materiales cumplan los requisitos exigidos en el numeral 710.2.
- Efectuar mediciones de retrorreflectividad con un retrorreflectómetro que mida directamente los valores en las unidades 2 candela/lux/m , indicadas en la NTC 4739. La calibración de los equipos retrorreflectómetro se debe realizar mediante una placa calibradora vigente y en buen estado, generada por un laboratorio acreditado, de acuerdo con lo señalado en la norma ASTM E1709.
- Corroborar la correcta instalación de las señales, de acuerdo con este artículo.
- El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo son de obligatorio cumplimiento tal como se encuentra expresado en el numeral 103.2 del artículo 103, Responsabilidades especiales del constructor.

**ENSAYOS POR REALIZAR**

- Cumplir con los diseños y planos a plena satisfacción de interventoría y supervisión

**MATERIALES:**

- Concreto 2000 PSI
- Concreto 3500 PSI
- Formaleta sumideros
- Acero de refuerzo 60000 PSI
- Acero de refuerzo 37000 PSI
- Rejilla y marco

**EQUIPOS:**

- Herramienta menor

**TRANSPORTE**:

| |
|---|
| • N/A t |
| **DESPERDICIOS:** Incluidos |
| **MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios. |
| **ÍTEM DE PAGO:** SEÑAL VERTICAL GRUPO I 0.60x0.60M POSTE 3.5M |
| **MEDIDA Y FORMA DE PAGO:** Las señales verticales de tránsito se deben medir por unidad (u), suministrada e instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y este artículo, aprobada por el interventor. El pago de las señales verticales de tránsito se debe realizar al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aprobado por el interventor. |
| **NO CONFORMIDAD:** En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato. |

## 20. LÍNEAS DE DEMARCACIÓN Y MARCAS VIALES CON PINTURA EN FRÍO

**ESPECIFICACION:** Artículo 700 – 22

**UNIDAD DE MEDIDA:** ML

**DESCRIPCIÓN:**

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de pintura de tráfico o resina termoplástica de aplicación en caliente, retrorreflectiva con microesferas de vidrio y/o cerámicas para líneas y marcas viales sobre un pavimento, de acuerdo con las dimensiones y los colores que indiquen los documentos del proyecto.

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

- **Color y estabilidad:** Blanco o amarillo, que cumplan los requerimientos de color y patrones indicados en la NTC 1360 o en la Tabla 700 – 1. El cambio de color ΔE debe ser, para pinturas blancas, menor o igual a seis unidades CIELAB ( 6) y, para pinturas amarillas, Art. 700 ΔE ≤ menor o igual a diez unidades CIELAB (ΔE ≤10), cuando el tiempo de ensayo sea de trescientas horas (300 h). La medición del color se debe efectuar de acuerdo con la norma ASTM D1535; la determinación de la estabili dad del color después de realizar el ensayo se debe hacer con base en la norma ASTM G154 y la diferencia de color se debe calcular con la norma ASTM D2244.

| Característica | Color | |
|---|---|---|
| | Amarillo | Blanco |
| L | 72 a 82 | ≥ 90 |
| A | 18 a 27 | 0 a -2,2 |
| b | 74 a 86 | 0 a 5 |

- **Composición**
  - Pigmento: entre cincuenta y sesenta por ciento (50 % y 60 %), en masa.

- Agentes de unión: entre cuarenta y cin cuenta por ciento (40 % y 50 %), en masa.
- Ligante: copolímero acrílico de bajo peso molecular y liberación rápida de solventes.

- **Tiempo de secado**
  - Al tráfico: máximo treinta minutos (30 min), sin transferencia de pintura a ninguna de las llantas de un vehículo.
  - No "pick up": tiempo menor o igual a quince minutos (15 min) para una capa de quince más o menos cero coma cinco mils (15 mils ± 0,5 mils) de espesor a una temperatura de veintitrés más o menos dos grados Celsius (23 °C ± 2 °C) y una humedad relativa de cincuenta más o menos cinco por ciento (50 % ± 5 %).

- **Viscosidad:** Debe estar comprendida entre setenta y cinco y noventa y cinco unidades Krebs (75 y 95 KU), a una temperatura de veinticinco grados Celsius (25 °C). Esta determinación se hace con base en la NTC 559.
- **Contenido de agua:** Para pinturas a base de solventes diferente al agua, no mayor del cero coma cinco por ciento (0,5 %), en masa, para pinturas en disolución.
- **Masa unitaria:** La masa unitaria de la pintura a una temperatu ra de veinticinco grados Celsius (25 °C) debe corresponder a la indicada por el fabricante, y su variación debe estar sujeta a los rangos de la NTC 561.
- **Conservación en el envase:** La pintura seleccionada para homologación, al cabo de seis (6) meses de la fecha de fabrica ción, habiendo permanecido al interior y con temperatura entre cinco y treinta y cinco grados Celsius (5 °C y 35 °C), no debe presentar sedimentación excesiva en envase lleno y recientemente abierto. Se debe poder disper sar a un estado homogéneo por agitación con espátula, después de lo cual no debe presentar coágulos, natas, depósitos duros, ni separa ción de color. En todo cuñete o envase de pintura debe aparecer la marca del fabricante y la fecha de producción. No se pueden aplicar pinturas con más de un (1) año de elaboración o sin etiqueta de fecha de producción.
- **Estabilidad en envase lleno:** La pintura no debe aumentar su consistencia o viscosidad; debe estar dentro del rango de sesenta y ocho y ciento cinco unidades Krebs (68 y 105 KU) medida a la temperatura de veinticinco grados Celsius (25 °C), para pinturas a base de agua, en más de cinco unidades Krebs (5 KU), para pinturas a base de solventes y para pinturas sin solvente, plástico en frío, no se debe presentar un cambio mayor del cinco por ciento (5 %) en la viscosidad, respecto de la definida por el fabricante ni tener problemas de inestabilidad cuando se ensaye, de acuerdo con lo establecido en la NTC 1360.
- **Estabilidad a la dilución:** La pintura debe permanecer estable y homo génea, sin originar coagulaciones ni precipita dos, cuando se diluya una muestra de ochenta 3 y

cinco centímetros cúbicos (85 cm) de la misma con quince centímetros cúbicos (15 3 cm) de toluol o del disolvente indicado por el fabricante, si explícitamente este así lo indica.

- **Propiedades de aplicación:** La pintura debe ser formulada y procesada específicamente para ser usada como ligante de microesferas, en tal forma que se produzca el máximo de adhesión, refracción y reflexión. Cualquier acción capilar de la pintura, debe ser lo suficientemente pequeña para que no produzca cubrimiento total de las esferas de mayor tamaño. Según la norma MELC 12.03, la pintura debe ser de aplicación fácil y uniforme mediante equipos mecánicos de demarcación y debe tener excelentes propiedades de cubrimiento.
- **Finura:** La pintura debe ser bien mezclada durante el período de manufactura y los pigmentos que se incorporen adecuadamente pulverizados, con una finura de dispersión de tres (3) unidades Hegman, con base en la NTC 557.
- **Contenido de dióxido de titanio:** La pintura de color blanco debe tener, como mínimo, un diez por ciento (10 %) de contenido en masa de pigmento de dióxido de titanio, determinado según la NTC 1323. El porcentaje en masa de dióxido de titanio no debe diferir en más de dos por ciento (± 2 %) del valor indicado por el fabricante.
- **Contenido en sólidos (materia no volátil):** El porcentaje en volumen o masa de materia no volátil, no puede ser menor de lo indicado en la Tabla 700 – 2. La determinación se debe realizar con base en las normas NTC 1786 y NTC 1227, respectivamente. El porcentaje en masa de materia no volátil, no puede diferir en más de dos por ciento (± 2 %) del valor indicado por el fabricante.
- **Contenido en ligante:** Realizado el ensayo según la norma UNE 48238, el porcentaje en masa de ligante no puede diferir en más de dos por ciento (± 2 %) del valor indicado por el fabricante.

**PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**

- Antes de aplicar la demarcación, debe inspec cionarse el pavimento, con el fin de comprobar su estado superficial y posibles defectos existentes, para así determinar el sistema de demarcación por realizar.
- La superficie que va a recibir el material de demarcación debe estar seca y libre de polvo, grasa, aceite y otras sustancias extrañas que afecten la adherencia del recubrimiento. La limpieza se debe efectuar por cualquier proce dimiento que resulte aceptable para el interventor
- Cabe anotar que los materiales cementantes que impidan la adherencia, deben ser retirados mediante el lavado de la superficie.
- Las superficies de hormigón nuevas y los agregados expuestos se deben someter a un tratamiento con materiales compatibles con el producto que se va a aplicar, según las

recomendaciones del fabricante, con el fin de garantizar la adherencia, previa eliminación de todos los materiales empleados en el proceso de curado del hormigón.

- Para garantizar contraste entre la superficie del hormigón y la demarcación vial, debe emplearse una línea negra adyacente a la de demarcación, de ancho igual a un cuarto (1/4) del ancho de la línea, excepto para marcas viales donde se implementan líneas negras de ancho igual a cincuenta milímetros (50 mm). Esto es válido tanto para aplicaciones por primera vez, como para aplicaciones de repintado.
- La demarcación que se aplique debe ser compatible con la superficie de rodadura y debe presentar buena adherencia; en caso contrario, se debe efectuar el tratamiento superficial. Se deben tener en cuenta los criterios de compatibilidad entre los componentes del material de demarcación y la superficie de rodadura, definidos por su fabricante. Si la superficie presenta defectos o huecos notables, se deben corregir los primeros y rellenar los segundos con materiales de la misma naturaleza que los de la superficie, antes de proceder a la aplicación de la pintura.
- Previo al inicio de las operaciones de demarcación, el constructor debe efectuar un cuidadoso replanteo que garantice con los medios de demarcación que disponga, una perfecta terminación. En caso de no tener un mejor sistema de referencia, se debe crear una guía de referencia con puntos de treinta milímetros (30 mm) de diámetro espaciados preferible mente cada cero coma cincuenta metros (0,50 m) y máximo entre cinco y diez metros (5 m y 10 m), en curva y recta respectivamente, los cuales se realizan con la misma pintura con la que se ejecuta el trabajo.
- Cuando la demarcación vaya a ser aplicada sobre superficies previamente pintadas o demarcadas, el constructor debe establecer el tipo de tratamiento a ejecutar sobre ellas para garantizar la adherencia con el material nuevo, según lo determinado en la NTC 4744-4, el cual se debe someter a estudio y aceptación por parte del interventor. Si es necesario retirar la pintura o cualquier otro material antiguo, estos deben ser raspados o fresados por un medio aprobado por el interventor, barriéndose a continuación el material desprendido.
- En el caso de los pavimentos de concreto, si el factor de luminancia del pavimento fuese superior a cero coma quince (0,15), evaluado de acuerdo con la norma UNE-EN 1436, se debe rebordear la línea por aplicar con un material apropiado de color negro, a ambos lados y con un ancho aproximadamente igual a la mitad (1/2) del correspondiente a la línea de demarcación.
- La pintura se debe aplicar longitudinalmente a lo largo de la vía, en un ancho de doce centímetros (12 cm), con un espesor húmedo entre veinte y treinta mils (20 mils – 30 mils), de acuerdo con la clasificación de pinturas establecida en la NTC 1360; en caso de aplicación de la microesfera de vidrio sembrada, la pintura de demarcación de

pavimentos se debe aplicar sobre la superficie del pavimento, empleando como mínimo cuatrocientos gramos sobre metro cuadrado (400 g/m ) de microesfera; si la aplicación de las microesferas es premezclada, la proporción de microesfera de vidrio en la pintura para demarcación de pavimentos debe ser de doscientos a doscientos cincuenta gramos sobre litro (200 g/L a 250 g/L) y se debe incorporar antes de la aplicación.

- El constructor debe someter a estudio y aprobación del interventor el sistema de aplicación de las microesferas de vidrio; estas pueden aplicarse a presión o por gravedad, teniendo en cuenta que la contracción que se presenta en el ancho de la lámina de la microesfera, cuando se aplica de la segunda forma, no sea menor que el ancho de la línea a demarcar, que la cantidad de microesfera sea homogénea en todo el ancho de la línea, que en ningún momento haya deficiencia en los extremos ni exceso en la parte central de la línea y que, cuando se aplica línea intermiten te, caigan microesferas en toda la longitud de ella.
- Cuando las microesferas se aplican a presión, se debe regular la fuerza del compresor de manera tal que quede la mayor cantidad de este producto atrapada sobre la pintura húmeda.

**ENSAYOS POR REALIZAR**

- Cumplir con los diseños y planos a plena satisfacción de interventoría y supervisión

**MATERIALES:**

- Concreto 2000 PSI
- Concreto 3500 PSI
- Formaleta sumideros
- Acero de refuerzo 60000 PSI
- Acero de refuerzo 37000 PSI
- Rejilla y marco

**EQUIPOS:**

- Vehículo delineador
- camioneta
- Herramienta menor

**TRANSPORTE**:

- Pintura tipo tráfico
- Microesferas reflectivas
- Disolvente thinner

**DESPERDICIOS:** Incluidos

**MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios.

**ÍTEM DE PAGO:** LÍNEAS DE DEMARCACIÓN CON PINTURA EN FRÍO

| |
|---|
| **MEDIDA Y FORMA DE PAGO:**<br>La unidad de medida de las líneas de demarca ción debe ser el metro (m) aproximado al decímetro (dm), de línea de demarcación continua o discontinua efectivamente aplicada sobre la superficie, de acuerdo con los planos del proyecto y esta especificación, aprobadas por el interventor. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.<br><br>La unidad de medida para las demás marcas 2 viales debe ser el metro cuadrado (m ), aproximado a la centésima de metro cuadrado, de superficie realmente pintada, medida en el sitio o terreno y aceptada por el interventor. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823. |
| **NO CONFORMIDAD:** En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato. |

## 21. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ESTOPEROLES DE 10X3.0 CM

| |
|---|
| **ESPECIFICACION:** NTC -4745 |
| **UNIDAD DE MEDIDA:** UND |
| **DESCRIPCIÓN:**<br><br>Este trabajo consiste en la colocación de Suministro e instalación de estoperoles, de acuerdo con los alineamientos y secciones indicados en los documentos del proyecto o determinados por el Interventor. |
| **PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**<br><br>• **Adhesivos:** Para adherir las tachas reflectivas al pavimento se tendrán en cuenta las especificaciones fijadas en la norma técnica colombiana NTC -4745. En los casos en que la superficie del pavimento sea de hormigón o en asfalto desgastado, con agregados expuestos o deficiencia de ligante, es recomendable utilizar pegante epóxico de dos o más componentes.<br><br>• **Estoperoles**: El estoperol es un elemento en forma de botón, fabricado en materiales cerámicos o de caucho prensado, esmaltado, lo cual permite obtener un producto duro de superficie brillante, con una alta resistencia mecánica al impacto y al desgaste por fricción. También pueden ser fabricados en materiales metálicos. Los estoperoles deberán cumplir las mismas pruebas de resistencia a la tensión y a la compresión fijadas para las tachas reflectivas en la norma técnica colombiana NTC - 4745. La forma del estoperol es la de una sección de esfera (o domo), con una base plana de 10 cm |

de diámetro y una altura de 2 cm en la parte más alta del plano perpendicular a la base. Serán de color blanco o amarillo. Su uso puede ser como marcador, en el sentido paralelo a la circulación del tránsito, en cuyo caso se colocan sobre las líneas de demarcación, cumpliendo la función de avisar al conductor que está haciendo un cambio de carril. Por su forma pueden ser visibles en condiciones atmosféricas adversas, ya que su esmalte refleja la luz en horas de oscuridad. Para la adherencia al pavimento de los estoperoles y las boyas, se utilizan los mismos productos que para las tachas reflectivas.

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

- Las especificaciones técnicas para el suministro e instalación de tachas reflectivas son las contenidas en la norma técnica colombiana NTC-4745.

**ENSAYOS POR REALIZAR**

- Los necesarios a criterio del interventor que garantice las condiciones de calidad

**MATERIALES:**

- Conos de señalización h=1m
- Estoperol de 10x3 cm
- resina termoplástica

**EQUIPOS:**

- Maquina pegatachas
- camioneta
- Herramienta menor

**TRANSPORTE**:

- Pintura tipo tráfico
- Microesferas reflectivas
- Disolvente thinner

**DESPERDICIOS:** N/A

**MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios.

**ÍTEM DE PAGO:** SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ESTOPEROLES DE 10X3.0 CM

**MEDIDA Y FORMA DE PAGO:**

Tanto la medición como el pago se harán por unidad (un) durante el tiempo que dure la obra. Se deberá incluir en el precio unitario contemplado para este ítem, todos los costos ocasionados por concepto de materiales, equipo, transporte, salarios de personal y demás necesarios para su ejecución y recibida a satisfacción por la interventoría

**NO CONFORMIDAD:** En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento,

| |
|---|
| el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato. |

## 22. REDUCTOR DE VELOCIDAD

| |
|---|
| **ESPECIFICACION:** Manual de señalización vial - Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en Colombia |
| **UNIDAD DE MEDIDA:** UND |
| **DESCRIPCIÓN:**<br>Elemento modular prefabricado en material plástico de alta resistencia, utilizado para reducir la velocidad de los vehículos en vías urbanas, parques industriales, conjuntos residenciales, instituciones educativas y zonas de alto flujo peatonal. Su diseño permite una instalación rápida y su geometría está pensada para garantizar efectividad sin causar daño a los vehículos o molestias excesivas al conductor. |
| **PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**<br>• Verificar que la superficie esté limpia, seca, nivelada y sin grietas o desprendimientos.<br>• Identificar la ubicación exacta de instalación, conforme a los planos del proyecto o requerimientos del ente territorial.<br>• Medir y marcar la ubicación del reductor sobre el eje transversal de la vía, perpendicular al sentido del tránsito.<br>• Marcar los puntos de perforación según la disposición de anclajes de cada módulo (usualmente 2 a 4 por módulo).<br>• Disponer los módulos intercalando colores negro y amarillo.<br>• Utilizar taladro percutor o rotomartillo con broca de 12 mm de diámetro (o según especificación del anclaje) para perforar el pavimento a una profundidad de 10-12 cm.<br>• Limpiar cada perforación con aire comprimido o cepillo.<br>• Ubicar cada módulo sobre la superficie y alinear correctamente. Insertar tarugos plásticos o metálicos en los orificios perforados.<br>• Colocar los pernos o tornillos de anclaje (mínimo 10 mm de diámetro, preferiblemente galvanizados) y apretar hasta que el módulo quede firmemente fijado al pavimento. |
| **TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:** |

- Las especificaciones técnicas para el suministro e instalación de tachas reflectivas son las contenidas en el Manual de Señalización Vial - Dispositivos Uniformes para la Regulación del Tránsito en Colombia

**ENSAYOS POR REALIZAR**

- Los necesarios a criterio del interventor que garantice las condiciones de calidad

**MATERIALES:**

- Reductor de velocidad Trafico Regular x metro con Reflectivo
- Tornillos Carriaje metalico 1/2*6"
- Pegante con catalizador para tornillos alcanza para aprox. 34 unidades

**EQUIPOS:**

- Herramienta menor

**TRANSPORTE**:

- N/A

**DESPERDICIOS:** N/A

**MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios.

**ÍTEM DE PAGO:** REDUCTOR DE VELOCIDAD

**MEDIDA Y FORMA DE PAGO:**

Tanto la medición como el pago se harán por metro lineal (ML) durante el tiempo que dure la obra. Se deberá incluir en el precio unitario contemplado para este ítem, todos los costos ocasionados por concepto de materiales, equipo, transporte, salarios de personal y demás necesarios para su ejecución y recibida a satisfacción por la interventoría

**NO CONFORMIDAD:** En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

## 23. TRANSPORTE DE MATERIALES PROV. DE LA EXPLANACIÓN, CANALES, PRESTAMOS, SOBREACARREOS Y DERRUMBES

**ESPECIFICACION:** Artículo 900 – 22

**UNIDAD DE MEDIDA:** M3-KM

**DESCRIPCIÓN:**

Este trabajo estriba, única y exclusivamente, en el transporte de los materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos y el transporte de los materiales provenientes de derrumbes. Esta especificación no es aplicable al transporte de líquidos, productos manufacturados, elementos industriales, ni al de agregados pétreos, mezclas

asfálticas, materiales para la construcción de los pavimentos rígidos, obras de concreto hidráulico y de drenaje.

**PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:**

- La actividad de la presente especificación implica solamente el transporte de los materiales a los sitios de utilización o desecho, según corresponda, de acuerdo con el proyecto y las indicaciones del interventor, quien debe determinar cuál es el recorrido más corto y seguro para efectos de medida del trabajo realizado.
- La carga no debe sobrepasar el nivel de enrase del contenedor y, las puertas de este deben asegurarse para evitar la pérdida y/o derrame de material durante el transporte.
- Para vías pavimentadas o conexiones con las mismas, debe implementarse un sistema para el lavado de las llantas de los vehículos utiliza dos en el transporte de material proveniente de excavaciones de las explanaciones, derrumbes, canales y préstamos, con el objeto de evitar el arrastre de material adherido a las llantas. En caso de no poderse implementar un sistema de lavado de las llantas de los vehículos, el constructor debe garantizar la limpieza de la calzada; además, debe cumplir con las normas legales vigentes para el manejo, transporte y disposición final de residuos y material sobrante de las actividades de construcción de carreteras. En este aspecto, el constructor debe tener presente la Resolución 472 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en la cual se establecen las disposiciones para realizar la gestión integral de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) (o aquellas que las sustituyan, complementen o modifiquen).

**TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN:**

- Verificar el estado y el funcionamiento de los vehículos de transporte.
- Comprobar que las ruedas del equipo de transporte que circule sobre las diferentes capas de pavimento se mantengan limpias. El interventor debe exigir, al constructor, la limpieza de la superficie en caso de contaminación atribuible a la circulación de los vehículos empleados para el transporte de los materiales. Si la limpieza no es suficiente, el constructor debe remover, a sus expensas, la capa correspondiente y reconstruirla de acuerdo con la respectiva especificación.
- Confirmar que todas las vías de acceso por donde transitan los vehículos de carga, se encuentren libres de residuos o material particulado proveniente del transporte.
- Corroborar el cumplimiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad para el transporte de materiales.
- Determinar la ruta para el transporte al sitio de utilización o desecho de los materiales, siguiendo el recorrido más corto y seguro posible.

- Exigir el cumplimiento de las normas ambientales para el transporte de materia les.
- Garantizar el total cubrimiento de la carga transportada con material resistente, con el objeto de evitar la dispersión del mismo y emisiones fugitivas.
- Verificar y aprobar en el Plan de Manejo de Tránsito, los recorridos o las rutas por donde se transporta el material para asegurar los respectivos controles, siguiendo los parámetros y directrices establecidos en el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte.
- El interventor solo debe medir el transporte de materiales autorizados de acuerdo con esta especificación, los documentos del proyecto y sus instrucciones. Si el constructor utiliza para el transporte una ruta diferente y más larga que la aprobada por el interventor, este solamente debe computar la distancia más corta que se haya definido previamente.
- Para efectuar la medición del transporte de materiales se debe requerir, también, que se hayan efectuado las mediciones de densidad seca o peso unitario seco del material en su posición original; así mismo, si el material transportado es utilizado en la construcción, es necesario medir la densidad seca o el peso unitario seco del material compactado en su posición final.

**ENSAYOS POR REALIZAR**

- Los necesarios a criterio del interventor que garantice las condiciones de calidad

**MATERIALES:**

- N/A

**EQUIPOS:**

- N/A

**TRANSPORTE**:

-

**DESPERDICIOS:** N/A

**MANO DE OBRA**: Según se especifica en los Análisis de Precios Unitarios.

**ÍTEM DE PAGO:** TRANSPORTE DE MATERIALES PROV. DE LA EXPLANACIÓN, CANALES, PRESTAMOS, SOBREACARREOS Y DERRUMBES

**MEDIDA Y FORMA DE PAGO:**

Cuando los materiales deban ser transporta dos a una distancia mayor de mil metros (1 000 m), la unidad de medida debe ser el metro 3 cúbico-kilómetro (m-km). La medida corresponde al número de metros cúbicos, aproxima do al metro cúbico completo, medido en su posición original, y multiplicado por la distancia total de transporte expresada en kilómetros, con aproximación al décimo de kilómetro.

**NO CONFORMIDAD:** En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.