

# **NORMA TÉCNICA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO**

**NCO-SE-AA-045**

**ROTURA Y RECONSTRUCCIÓN DE VIAS, ANDENES, PISOS Y  
SARDINELES**



<b>Código</b>	<b>NCO-SE-AA-045</b>
<b>Estado</b>	<b>VIGENTE</b>
<b>Versión</b>	<b>1.0 – 10/11/2011</b>
<b>Fuente</b>	<b>GUENA – EMCALI EICE ESP - CONSTRUCCIÓN</b>
<b>Tipo de Documento</b>	<b>NORMA TÉCNICA DE SERVICIO</b>
<b>Tema</b>	<b>ACUEDUCTO - ALCANTARILLADO</b>
<b>Comité</b>	<b>TÉCNICO DE APROBACION DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</b>

<b>Título</b>	<b>ROTURA Y RECONSTRUCCIÓN DE VIAS, ANDENES, PISOS Y SARDINELES</b>
---------------	---

## **ÍNDICE**

	<b>Pág.</b>
1.0 PROLOGO	4
2.0 OBJETO	5
3.0 ALCANCE	5
4.0 DEFINICIONES	5
5.0 REFERENCIAS NORMATIVAS	5
6.0 REQUISITOS	6
6.1 GENERALIDADES	6
6.2 ROTURA, DEMOLICIÓN Y RETIROS	6
6.3 RESTITUCIONES	7
6.3.1 Vías	7
6.3.1.1 Conformación y Compactación de Subrasante	7
6.3.1.2 Material de Subbase Granular (Norma INVIAS E-320)	7
6.3.1.3 Procedimiento de Construcción	9
6.3.1.4 Controles y Ensayos	10
6.3.1.5 Material de Base (Norma INVIAS E-330)	10
6.3.1.6 Procedimiento de Construcción	12
6.3.2 Losas de Concreto para Pavimento Rígido	13
6.3.2.1 Procedimiento de Construcción	14
6.3.2.2 Apertura al Transito	15
6.3.2.3 Ensayos y Controles	16
6.3.3 Carpeta Asfáltica	16
6.3.3.1 Procedimiento de Construcción.	16
6.3.4 Andenes	18
6.3.5 Sardineles	18
6.3.6 Empradizacion	18
6.3.7 Adoquin en Concreto para Tráfico Vehicular	20
6.3.7.1 Descripción y método	20
7.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

## **1.0 PROLOGO**

La Unidad Estratégica de los Negocios de Acueducto y Alcantarillado - UENAA ha establecido el Área Funcional Sistema de Normas y Especificaciones Técnicas para gestionar el desarrollo y la actualización de las normas y especificaciones técnicas a ser utilizadas por el personal de EMCALI EICE ESP, contratistas, consultores, usuarios y otras partes interesadas. La misión principal del área, consiste en la normalización de los procesos, productos y servicios, para estar acorde con el estado del arte tecnológico y las exigencias gubernamentales, en beneficio de los diferentes sectores que participan en el desarrollo de la infraestructura del entorno y de la comunidad en general.

La versión final de esta Norma Técnica fue revisada y aprobada a través de los Comités Técnico y de Aprobación y ordenada su Publicación y Cumplimiento mediante la resolución de Gerencia General de EMCALI EICE ESP No. GG-001255 del 12 de Julio de 2011

## **2.0 OBJETO**

Definir los criterios y actividades requeridas para la afectación y recuperación del amoblamiento urbano en la instalación de sistemas de acueducto y alcantarillado de EMCALI EICE ESP.

## **3.0 ALCANCE**

Establece los criterios técnicos para cada una de las actividades que son necesarias realizar en la restitución de vías, andenes, pisos y sardineles afectados por la instalación tuberías, accesorios, etc. y/o construcción de estructuras que forman parte de los sistemas de acueducto y alcantarillado. También se describen los criterios relacionados con los sistemas de construcción, normas de calidad, características de materiales y equipos a utilizar en la ejecución de las obras mencionadas.

## **4.0 DEFINICIONES**

### **4.1. DEMOLICIÓN**

Consiste en la remoción total o parcial de estructuras existentes ubicadas en la zona de proyecto, tales como cámaras, sumideros, pavimentos, andenes, pisos, sardineles, cajas domiciliarias, tuberías, etc., que obstaculicen el desarrollo de los trabajos previa aprobación del Interventor y su remoción, cargue, transporte y disposición de los materiales, producto de las demoliciones o roturas en los sitios aceptados y a satisfacción del Interventor.

### **4.2. DESMONTE**

Consiste en la tala de árboles, remoción de todas las cepas, troncos retirados, tocones, raíces y eliminación de material vegetal que pueden ser objetables en el trabajo terminado; incluye eliminación de maleza, desmonte y descapote, bosque, pastos y cultivos.

### **4.3. LIMPIEZA**

Remoción de todo material ubicado dentro de un área con el fin de mantener limpios y en orden los sitios de la obra y aledaños afectados por ésta, con basuras, escombros y otros, durante la ejecución de los trabajos y dejar la superficie apta para la ejecución de cualquier tipo de trabajo; igualmente al finalizar la obra deberá retirar totalmente la tierra, los materiales sobrantes, los escombros y dejar completamente limpio el sitio donde se ejecutó la obra, en iguales o mejores condiciones a las encontradas inicialmente. El cumplimiento de este requisito es indispensable para la elaboración del Acta de Recibo Final.

## **5.0 REFERENCIAS NORMATIVAS**

Para las siguientes referencias normativas aplica su versión vigente o reglamentación que las modifique, sustituya o adicione.

### **MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO (Actual Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)**

Resolución 1096 de 2000: Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS. Bogotá: MinDesarrollo, 2000. (RAS-2000)

**EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI - EMCALI EICE ESP.**

- Concretos y morteros. EMCALI EICE ESP (NCO-PM-AA-004)
- Criterios para la evaluación de la conformidad de los productos que adquiere EMCALI. EMCALI-EICE-ESP (NPL-SE-NT-003)
- Excavaciones. EMCALI-EICE-ESP (NDC-SE-AA-006)
- Geotextiles. EMCALI-EICE-ESP (NDC-SE-GE-003)
- Criterios para Planes de manejo ambiental. EMCALI-EICE-ESP (NPL-SE-AA-023)
- Rellenos. EMCALI-EICE-ESP (NDC-SE-AA-012)
- Requisitos para la elaboración y presentación de estudios geotécnicos. EMCALI-EICE-ESP (NDC-SE-GE-001)
- Directrices para la ejecución de levantamientos topográficos. EMCALI EICE ESP (NDI-SE-AA-015)
- Identificación de restricciones y cruces durante la construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-AA-042)

**6.0 REQUISITOS****6.1 GENERALIDADES**

La rotura, excavaciones, retiro y disposición de materiales sobrantes se harán de acuerdo con lo estipulado por las normas que al respecto posee EMCALI EICE ESP y que se identifican en el desarrollo de la norma.

El pavimento, andén, piso y/o sardineles serán restituidos al menos con las características y especificaciones iguales o superiores a las presentadas antes de la demolición. A continuación se relaciona los requerimientos a cumplir tanto en lo referente a las características y manejo de los materiales, equipos a utilizar, ejecución de los trabajos propiamente dichos, mano de obra, ensayos y controles para garantizar la calidad de los materiales utilizados y del trabajo en general, para cada uno de los componentes del pavimento: sub-base, base, imprimación, riego de liga, carpeta asfáltica, pavimentos articulados (capa de arena, adoquines), losa de concreto.

**6.2 ROTURA, DEMOLICIÓN Y RETIROS**

Para la ejecución de la rotura y/o demolición deben tenerse en cuenta las consideraciones relacionadas con la investigación de interferencias y ejecución de cruces de la norma de EMCALI EICE ESP: "-NDC-SE-AA-042 Identificación de restricciones y cruces durante la construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado".

Las estructuras o elementos de amoblamiento urbano (vía, andenes, pisos y sardineles) deben demolerse de acuerdo con los detalles mostrados en los planos y hasta las cotas indicadas por EMCALI EICE ESP y atender la norma de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-AA-007 Desmonte, limpieza, demoliciones y retiro de materiales".

Los elementos a demoler así como los equipos, mano de obra y herramientas para ejecución de estas actividades deben ser aprobados por EMCALI EICE ESP.

Las actividades de demolición no deben iniciarse sin establecer de antemano los sistemas necesarios para la protección de estructuras e instalaciones existentes.

El trabajo de demolición se hará con herramientas que no dañen el concreto de las estructuras aledañas a las zonas demolidas. La rotura de calzadas y andenes deberá hacerse por medios mecánicos que no causen destrozos al resto de la vía.

Será de exclusiva responsabilidad del Contratista y/o Urbanizador la reparación de estructuras adyacentes que resulten dañadas por una demolición poco cuidadosa o no practicada con el quipo adecuado.

Los trabajos de demolición se deberán ejecutar de manera que produzcan la menor molestia posible a los habitantes de las zonas cercanas a las obras y a los usuarios de las vías aledañas a la obra durante la construcción. Si los trabajos implican interrupción en los servicios públicos (energía, teléfonos, gas, acueducto, alcantarillado, vías de transporte, etc.) el Contratista y/o Urbanizador deberá contribuir a que estas interrupciones sean mínimas.

El ancho de zona por romper no podrá ser mayor que el ancho máximo fijado en los planos para las excavaciones o el ancho que fije previamente la Interventoría, si el Contratista y/o Urbanizador excede dichos anchos especificados, el exceso de demolición, excavación, relleno y reparación respectivamente correrán por cuenta del Contratista y/o Urbanizador.

El corte en el borde de la rotura del pavimento rígido se hará con cortadora de disco para lograr estética y linealidad en la restitución del pavimento. Lo anterior para minimizar el impacto visual causado por la rotura del pavimento y daños en la estructura adyacente al corte.

La limpieza de las zonas de trabajo y el retiro de los desechos originados por las roturas, excavaciones y/o las obras de construcción y/o reconstrucción de vías, andenes, pisos y sardineles deben realizarse de acuerdo con la norma de EMCALI EICE ESP “NDC-SE-AA-007 Desmonte, limpieza, demoliciones y traslado de estructuras”.

### **6.3 RESTITUCIONES**

#### **6.3.1 Vías**

##### **6.3.1.1 Conformación y Compactación de Subrasante**

En los casos especiales donde la rotura del pavimento sea muy grande, se debe restituir todo el pavimento, por lo que se debe conformar y compactar la subrasante al 95% del Próctor Modificado en los sitios donde sea necesario.

Si es necesario sobre excavar más debido a obstáculos, piedras, bolsas de suelo blando, etc., los vacíos se llenarán con material importado suministrado por el Contratista y/o Urbanizador (Norma INVIAS E-220), compactado al 95 % del Próctor Modificado.

##### **6.3.1.2 Material de Subbase Granular (Norma INVIAS E-320)**

Comprende el suministro, transporte, colocación, conformación y compactación de capas de material de sub-base granular de relleno seleccionado destinado a servir como sub-base estructural de pavimentos. La sub-base se construirá sobre la subrasante preparada y aceptada por la Interventoría. El material se colocará en una o varias capas de acuerdo con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto o lo establecido por el Interventor para la vía a reconstruir.

El material de sub-base debe ser un material granular pétreo natural clasificado o procedentes de la trituración de rocas y gravas de canteras, compactos, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables, con llenante de arena u otro material mineral finamente dividido, libres de terrones de arcilla, materiales vegetales u otros materiales objetables, libre de materia orgánica, sobre tamaño u otros elementos objetables. Estos materiales deberán cumplir las siguientes especificaciones:

- Ensayo de Abrasión

El material al ser sometido al ensayo de abrasión en la máquina de los Ángeles, el desgaste debe ser del 50% máximo en relación con el peso total de las partículas (Norma INVIAS E-218 y E-219).

- Ensayo de Solidez

El material sometido al ensayo de solidez debe presentar como valores admisibles los siguientes:

- Sulfato de Sodio: 12% Máximo (Norma INVIAS E-220)
- Sulfato de Magnesio: 18% Máximo (Norma INVIAS E-220)

- Plasticidad

El índice de plasticidad de la fracción del material que pasa el tamiz No. 40 debe ser menor o igual del 6% de acuerdo con las normas INVIAS E-125 y E-126.

- Granulometría

Los materiales deben tener una curva granulométrica continua y ajustada a la siguiente curva granulométrica:

**Tabla 1. Curva Granulométrica**

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
Normal	Alternativo	
50 mm	2 Pulg	100
37.5 mm	1 ½ Pulg	70 – 100
25 mm	1 Pulg	60 - 100
12.5 mm	½ Pulg	50-90
9.5 mm	3/8 Pulg	40-80
4.75 mm	No. 4	30-70
2.00 mm	No. 10	20-25
425 µm	No. 40	10-40
75 µm	No. 200	4-20

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente norma, el material que suministre y coloque el Contratista y/o Urbanizador deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la curva descrita anteriormente, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

- CBR (Valor relativo de soporte)

El material deberá presentar un CBR de por lo menos el 20%, para obtener una compactación mínima del 95% de la densidad máxima, referido al ensayo de Próctor Modificado (Norma INVIAS E-142).

Los materiales se extraerán de canteras y su aceptación está condicionada a los resultados de los ensayos y controles de calidad solicitados por la Interventoría. Si el Contratista y/o Urbanizador desea



utilizar material diferente al acordado inicialmente debe pedir autorización por escrito presentando los estudios de laboratorio que demuestren que los materiales nuevos propuestos cumplen las especificaciones. En este caso los costos por trabajo complementario, transporte, pago por derechos de extracción o compra de materiales o terrenos afectados correrán por cuenta del Contratista y/o Urbanizador. Así mismo, las nuevas fuentes de materiales deberán contar con cantidad suficiente para garantizar el avance satisfactorio de la obra.

El Contratista y/o Urbanizador no podrá comenzar el trabajo sin previa aprobación de las fuentes de suministro de los materiales a utilizar, el acabado y aprobado de la superficie sobre la cual descansará la sub-base, incluyendo el bombeo, peraltes y demás obras de carácter definitivo o provisional necesarias para mantener drenada la vía. La aprobación de las fuentes de materiales por parte de la Interventoría no exonera al Contratista y/o Urbanizador de su responsabilidad con respecto a la calidad de la obra.

#### 6.3.1.3 Procedimiento de Construcción

- Los Equipos

Para la ejecución de los trabajos comprenden motoniveladora o retroexcavadora, carrotanque de agua, cilindro metálico, compactador de llanta o vibratorio, vehículo para transporte de material.

Todo equipo que se use en la construcción de la subbase debe ser aprobado por la Interventoría y debe hallarse en buenas condiciones mecánicas durante la ejecución de la obra.

La cantidad y capacidad de los equipos para la elaboración, el transporte, la conformación y la compactación de la sub-base deberán ser tales que permitan el progreso ordenado y armónico de la obra.

El Contratista y/o Urbanizador en el manejo de los equipos aprobados debe atender la norma de EMCALI EICE ESP “NPL-SE-AA-026 Requisitos mínimos de Higiene y Seguridad Industrial para el manejo de equipos empleados en labores de construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado”.

- Colocación y compactación

Todos los materiales que se empleen se llevarán a la vía en forma tal que el transporte no produzca efectos perjudiciales para el grado de uniformidad y limpieza de los agregados. El Contratista y/o Urbanizador debe colocar el material de sub-base de tal manera que no produzca segregación y sin causar daño alguno en la superficie de asiento.

Los espesores de la sub-base deben respetarse en cuanto a la vía existente, pero en ningún caso serán inferiores a 20 cm.

El material se coloca y extiende en capas de espesor no mayor de 0.20 m medidas antes de la compactación. El espesor de cada capa y el número de pasadas depende de las características del equipo de que disponga el Contratista y/o Urbanizador y de las características del material. El material se oreará o humedecerá artificialmente si es necesario y se mezclará sucesivamente hasta alcanzar la humedad óptima en todo el material y se compacta hasta obtener una densidad mínima del 95% de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo Próctor Modificado (Norma INVIAS E-142). La compactación de las zonas próximas a obras tales como andenes, sardineles, tuberías, ductos, cámaras u otras estructuras o donde el ancho a compactar es de 70 cm o menor se utilizará compactadora neumática (saltarín), de por lo menos 2 Ton, tomando todas las precauciones necesarias para no deteriorar dichas obras. El Contratista y/o Urbanizador costeará por su cuenta el valor de las reparaciones por los daños que ocasione su trabajo, sin derecho a remuneración alguna.

En ningún caso se permitirá colocar la capa superior de sub-base sin que la capa inferior cumpla las condiciones de nivelación, espesor y densidad exigidas. El espesor de la sub-base se comprobará cada 40 m.

El Contratista y/o Urbanizador conservará la sub-base en perfectas condiciones, por su cuenta y riesgo hasta el momento de colocar la capa siguiente de base y su costo se considerará incluido en el precio total del ítem que la incluya.

Cuando el ancho de la zanja, donde es necesario restituir el pavimento es tal que no permite la utilización del equipo mecánico de compactación el material de sub-base y base requerido de acuerdo al tipo de pavimento será sustituido por concreto de 3.000 PSI o relleno fluido, dependiendo de las indicaciones de la Interventoría.

#### 6.3.1.4 Controles y Ensayos

Deben efectuarse los ensayos de densidad en el terreno de tal manera que la compactación mínima sea del 95% de la densidad máxima referida al ensayo Próctor Modificado (Norma INVIAS E-142). El Contratista y/o Urbanizador está en la obligación de entregar a la Interventoría los resultados obtenidos de un laboratorio de suelos aprobado por esta. Mínimo debe efectuarse un ensayo de densidad en el terreno por cada 50 metros de vía a reponer, pero mínimo por cada cuadra deben efectuarse dos ensayos, por cada capa a compactar.

#### 6.3.1.5 Material de Base (Norma INVIAS E-330)

Comprende el suministro, transporte, colocación, conformación y compactación de una o varias capas de material granular destinados a servir como base estructural para pavimento. La base se construirá directamente sobre una subrasante, debidamente compactada y aceptada por la Interventoría, o sobre una subbase de acuerdo con las especificaciones, clase de pavimento y conforme a los alineamientos, pendientes, espesores y perfiles indicados en los planos del proyecto o lo establecido por el Interventor para la vía a reparar.

El material a utilizar definido como piedra triturada diabásica libre de terrones de arcilla, materia orgánica, basuras, escombros u otros elementos objetables, la cual debe cumplir como mínimo las siguientes especificaciones:

- Partículas Fracturadas Mecánicamente

Agregado Grueso: 50% Mínimo (Norma INVIAS E-227)

- Ensayo de Solidez

El material sometido al ensayo de solidez debe presentar como valores admisibles los siguientes:

- Sulfato de Sodio: 12% Máximo (Norma INVIAS E-220)
- Sulfato de Magnesio: 18% Máximo (Norma INVIAS E-220)

- Índice de Aplanamiento y Alargamiento

Máximo 35% (Norma INVIAS E-230).

- Plasticidad

El índice de plasticidad de la fracción del material que pasa el tamiz No. 40 debe ser menor o igual al 3% de acuerdo con las normas de INVIAS E-125 y E-126.

- Desgaste

El material, al ser sometido al ensayo de abrasión en la máquina de los Ángeles (Norma INVIAS E-218 y E-219) deberá ser menor del 40% en relación con el peso total de las partículas.

- Granulometría

Los materiales deberán tener una curva granulométrica continua y ajustada a las siguientes franjas granulométricas:

**Tabla 2. Franjas Granulométricas**

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA	
Normal	Alterno	BG-1	BG-2
37.5 mm	1 ½ Pulg	100	-
25.0 mm	1 Pulg.	70-100	100
19.0 mm	¾ Pulg.	60-90	70-100
9.5 mm	3/8 Pulg.	45-75	50-80
4.75 mm	No. 4	30-60	35-65
2.0 mm	No. 10	20-45	20-45
425 µm	No. 40	10-30	10-30
75 µm	No. 200	5-15	5-15

La franja por utilizar será la establecida en los documentos del proyecto o la determinada por el Interventor.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente norma, el material que suministre y coloque el Contratista y/o Urbanizador deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar sin saltos bruscos en la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

- CBR (Valor relativo de soporte, Norma INVIAS E-148)

El material deberá presentar un CBR mayor o igual al 80%, para obtener una compactación mínima del 100% de la densidad máxima, referida al ensayo Próctor Modificado (Norma INVIAS E-142).

La aceptación del material de base está condicionada a los resultados de los ensayos y controles de calidad solicitados por la Interventoría. El Contratista y/o Urbanizador no podrán comenzar la colocación y compactación de ésta, sin la autorización previa del material a utilizar. La aceptación de los materiales por parte de la Interventoría no exonera al Contratista y/o Urbanizador de su responsabilidad con respecto a la calidad de la obra.

Si el Contratista y/o Urbanizador desean utilizar material diferente al acordado inicialmente, deberá pedir autorización por escrito presentando los estudios de laboratorio que demuestren que los materiales nuevos propuestos cumplen las especificaciones. En este caso los costos por trabajo complementario, transporte, pago de derechos de extracción o compra de materiales o terreno, correrán por cuenta del Contratista y/o Urbanizador. Así mismo las nuevas fuentes de materiales deberán contar con cantidad suficiente para garantizar el avance satisfactorio de la obra.

El Contratista y/o Urbanizador no podrá comenzar el trabajo sin previa aprobación de las fuentes de suministro de los materiales a utilizar, el acabado y aprobado de la superficie sobre la cual descansará la base, incluyendo el bombeo, peraltes y demás obras de carácter definitivo o provisionales necesarias para mantener drenada la vía.

#### 6.3.1.6 Procedimiento de Construcción

- Los Equipos

Los equipos, herramientas y demás elementos usados en la construcción de la base granular serán suministrados por el Contratista y/o Urbanizador y aprobados por la Interventoría, la cual podrá exigir cambios en los equipos que a su juicio no considere aceptables ni convenientes o de los que presenten mal funcionamiento durante el desarrollo del trabajo.

Para la ejecución de la base se requieren los siguientes equipos: motoniveladora o retroexcavadora, carrotanque de agua, cilindro metálico, compactador de llanta o cilindro vibratorio, vehículos de transporte de material, pisones neumáticos o vibro compactadores de por lo menos 2 Ton. No se permite el uso de pisones manuales o planchas tipo rana.

La cantidad y la capacidad de los equipos para la elaboración, transporte, conformación y colocación de la base deben ser tales que permitan un progreso ordenado y armónico de la construcción.

- Colocación y compactación

El material de base se colocará y extenderá en capas no mayores de 15 cm. de espesor compactado o de 20 cm. medida antes de compactar. Cada capa de base se oreará y humedecerá artificialmente si es necesario y se mezclará sucesivamente hasta alcanzar la humedad óptima en todo el material y su compactación será hasta obtener una densidad mínima del 100% de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo Próctor Modificado (Norma INVIAS E-142).

Los espesores de la estructura de base deben respetarse en cuanto a la vía existente, pero en ningún caso serán inferiores a 15 cm.

Cada una de las capas que forman la base, debe compactarse hasta la densidad especificada. No se permitirá extender nuevas capas hasta no haber obtenido y comprobado la compactación en cada caso para la capa anterior.

La conservación de la base durante la construcción del pavimento será es por cuenta y riesgo del Contratista y/o Urbanizador. Los desperfectos que en ella se presenten, deberán ser reparados escarificando y humedeciendo si fuere necesario, conformando y compactando nuevamente los materiales de acuerdo con las exigencias de la Interventoría.

La corrección de las zonas defectuosas o que no cumplan los requisitos de compactación será por cuenta y riesgo del Contratista y/o Urbanizador, incluirá una escarificación de la base en una profundidad mínima de 0.10m y la adición del mismo material en la cantidad necesaria para corregir la falla. El conjunto se compactará a satisfacción, sin que se produzcan deformaciones del perfil transversal de la calzada.

En sitios donde el acceso de los equipos es difícil o los anchos de las excavaciones son inferiores a 70 cm. la compactación debe llevarse a cabo con vibro compactadores de por lo menos 2 Ton o pisones neumáticos previa autorización de la Interventoría. El espesor de la base se comprobará cada 40 metros.

- Controles y Ensayos

Deben efectuarse los ensayos de densidad en el terreno de tal manera que la compactación mínima sea del 100% de la densidad máxima determinada según la Norma de INVIAS E-142. El Contratista y/o Urbanizador está en la obligación de entregar a la Interventoría los resultados obtenidos de un laboratorio de suelos aprobado por esta. Mínimo debe efectuarse un ensayo de densidad en el terreno por cada 50 metros de vía a reponer, pero mínimo por cada cuadra deben efectuarse dos ensayos por cada capa a compactar.

### **6.3.2 Losas de Concreto para Pavimento Rígido**

Se refiere a las losas de concreto no reforzado como parte constitutiva de los pavimentos rígidos, las cuales se apoyarán, sobre la base especificada.

Las losas deben tener como mínimo un espesor de 15 cm efectuando juntas, curado solo con productos químicos y se deberá utilizar acelerante de fraguado rápido.

El Contratista y/o Urbanizador será responsable de todo daño que causen sus operaciones y en consecuencia, los trabajos de reparación y limpieza serán de su exclusivo cargo. Todos los defectos de calidad, construcción o acabado del pavimento durante la colocación o curado, tales como prominencias, juntas irregulares y depresiones, deberán ser corregidos a cuenta y riesgo del Contratista y/o Urbanizador. Las distorsiones producidas en el concreto fresco por parte del Contratista y/o Urbanizador, deben corregirse con un método adecuado aprobado por la Interventoría.

La resistencia del concreto será de Fc. 600 PSI a la flexión, curado sólo con productos químicos, se deberá utilizar acelerante de fraguado rápido. Para establecer la dosificación a emplear el Contratista y/o Urbanizador deberá recurrir a ensayos previos a la ejecución de la obra con el objeto de determinar las proporciones de los materiales que hagan que el concreto resultante satisfaga todas las condiciones exigidas y las que se especifiquen particularmente.

La cantidad de cemento por metro cúbico de concreto no será inferior a 300Kg. La relación Agua/Cemento no será superior a 0.545. El asentamiento debe estar entre 25 y 40 mm., medido según la norma NTC 396 y debe mantenerse uniforme para la mezcla utilizada.

El Contratista y/o Urbanizador deberá poner a disposición de la Interventoría de la obra, con por lo menos 15 días de anticipación, el diseño de la mezcla y los informes de laboratorio referentes al diseño de la misma. Si los resultados de los ensayos no son satisfactorios, la Interventoría exigirá el cambio de los materiales deficientes o la revisión del diseño de la mezcla para obtener todas las condiciones buscadas.

El visto bueno por parte de la Interventoría no exime al Contratista y/o Urbanizador de responsabilidad por el empleo de materiales y por la elaboración de la mezcla que cumpla con todos los requisitos en el curso de la obra.

La superficie sobre la cual se va a construir el pavimento debe cumplir con los requisitos de capacidad de soporte y de características geométricas relacionadas para la base.

### 6.3.2.1 Procedimiento de Construcción

- El equipo

El equipo mínimo necesario para la colocación del concreto debe ser tal que se asegure la colocación, vibración y terminado del concreto al mismo ritmo del suministro. El concreto se deberá colocar sobre la superficie de tal manera que se requiera el mínimo de operaciones manuales para el extendido, las cuales, si se necesitan, se deben hacer con palas y no se permitirá el uso de rastrillos. Se debe evitar en lo posible que los obreros pisén el concreto y en caso de que sea inevitable, se debe asegurar que el calzado no esté impregnado de tierra o sustancias dañinas para el concreto.

El vibrado se debe hacer en todo el ancho del pavimento por medio de vibradores superficiales (reglas vibratorias) o internos (vibradores de aguja), o con cualquier otro equipo que garantice una adecuada compactación sin que se presente segregación. Para el acabado superficial se deberán utilizar llanas que permitan dar buena precisión, tanto longitudinal como transversalmente. Se deben usar llanas con la mayor superficie de contacto posible.

El equipo para la ejecución de juntas en el concreto fresco, debe contar con una cuchilla de características adecuadas. Las juntas se hacen en el concreto endurecido empleando sierras de características adecuadas.

- Preparación del concreto.

Se aceptará concreto mezclado en obra y/o en plantas de mezclas siempre y cuando cumplan los siguientes requisitos: no se permitirá ningún método de manejo de agregados que pueda causar segregación, degradación, mezcla de agregados de distintos tamaños o contaminación del suelo. El cemento se debe almacenar en sitios secos y aislados del suelo; para el cemento en sacos, el almacenamiento se debe hacer en pilas de no más de siete sacos y todo cemento que tenga más de dos meses de almacenado será rechazado. Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en silos, por no más de 90 días, que estén adecuadamente aislados de la humedad y cuya capacidad mínima de almacenamiento corresponda al consumo de una jornada de rendimiento normal.

Los agregados y el cemento para la fabricación del concreto se dosifican por peso, en las proporciones fijadas en el diseño de la mezcla, controlando las humedades de los materiales. Los componentes de la mezcla se introducen de acuerdo con una secuencia previamente establecida por el Contratista y/o Urbanizador y que deberá contar con la aprobación de la Interventoría. Los materiales integrantes del concreto se deben mezclar durante el tiempo necesario para obtener una homogeneidad adecuada. Cuando la mezcladora haya estado detenida más de 30 minutos, se limpiará completamente antes de volver a utilizarla.

Cuando el concreto vaya a ser suministrado por una planta de mezclas, debe cumplir con todas las condiciones anteriores y el transporte entre la planta y la obra debe ser lo más rápido posible, empleando medios de transporte que impidan la segregación, la exudación, la evaporación del agua o la contaminación de la mezcla.

- Colocación del Concreto

Antes de empezar a vaciar el concreto se debe proceder a saturar la superficie de apoyo de la losa sin que se presenten charcos. El concreto se deberá colocar, vibrar y acabar antes de que transcurra una hora desde el momento de su mezclado. La Interventoría podrá aumentar el plazo a dos horas si se adoptan las medidas necesarias para retrasar el fraguado del concreto o bien cuando se utilizan camiones mezcladores. La máxima caída libre de la mezcla, en el momento de la descarga no excederá de un metro en ningún punto, procurándose descargar el concreto lo más cerca posible al lugar definitivo,

para evitar al máximo las posteriores manipulaciones. El concreto se colocará y nivelará con los equipos y métodos que compacten el concreto con vibración y que produzca una superficie lisa, de textura uniforme y libre de irregularidades, marcas y porosidades. Cuando se empleen reglas vibratorias se debe ayudar a la compactación en los bordes de la placa con un vibrador interno. Después de que el concreto se haya compactado y enrasado, se debe alisar mediante el uso de una llana de longitud no inferior a 1 metro y de 0.10 m de ancho, la cual deberá ser operada desde fuera de la superficie de trabajo. Terminada la operación de alisar el concreto y mientras este permanezca plástico, se comprobará el acabado superficial del pavimento colocando una regla de 1 metro de longitud en cualquier posición de la vía; las diferencias por exceso o por defecto no deberán ser superiores a 5 mm. Toda irregularidad debe eliminarse, agregando concreto fresco que se vibrará y terminará siguiendo el proceso descrito o bien eliminando los excesos con el borde de las llanas.

- Protección y curado del concreto.

El concreto se debe proteger durante el tiempo de fraguado contra el lavado por lluvias, insolación directa, el viento y la humedad ambiente baja. La Interventoría exigirá, en época de lluvias y mientras se adquiera la resistencia necesaria para que el acabado superficial no sea afectado por la lluvia, que el concreto sea cubierto. Durante el período de protección, que en general no será inferior a tres días a partir de la colocación del concreto, está prohibido todo tipo de circulación sobre él, excepto las necesarias para el aserrado de juntas. El curado del concreto se debe hacer en todas las superficies, incluyendo los bordes de las losas. Cuando el curado se realice con productos químicos formadores de membranas impermeables, deberán aplicarse apenas concluyan las labores de colocación y acabado del concreto y toda el agua libre en la superficie del concreto haya desaparecido. El producto de curado debe cumplir con las especificaciones dadas por el fabricante y deberá satisfacer las exigencias de retención de agua.

- Juntas en el Concreto Endurecido

En el momento de ejecutar el corte del concreto, éste debe tener la resistencia adecuada para que la junta quede con aristas agudas, sin desmoronamiento y con el ancho y la profundidad especificados, en toda la longitud y antes de que se empiecen a formar las grietas de retracción en la superficie del concreto. Esta labor se debe efectuar entre la 6 y las 24 horas después del vaciado del concreto.

El sellado de juntas se hace cuando termine el proceso de curado. Las juntas se limpian cuidadosamente desde el fondo y hasta los bordes de la ranura. Posteriormente se coloca el material de sellado.

El material de sellado para el cierre superior de las juntas, debe ser resistente a la penetración de materiales y a las exteriores del ambiente y del tránsito y capaz de asegurar la impermeabilidad de las juntas, para lo cual debe permanecer unido a los bordes de las losas. Se utilizará material sellante asfáltico.

Las juntas de expansión alrededor de sumideros, cajas de inspección o estructuras similares, se realizarán de tal manera que formen polígonos cerrados o círculos que queden a una distancia mayor de 30 cm. de los bordes de estos elementos. El sistema constructivo es similar al de una junta longitudinal excepto en el ancho, el cual debe ser igual a 25 mm.

#### 6.3.2.2 Apertura al Tránsito

El pavimento se podrá dar al servicio cuando el concreto haya alcanzado una resistencia a flexo tracción de por lo menos el 80% de la resistencia especificada a los 28 días. A falta de esta información el pavimento no se dará al servicio antes de 10 días.

### 6.3.2.3 Ensayos y Controles

Las especificaciones dadas por la Secretaria de Mantenimiento Vial definirán los niveles de resistencia y consistencia a exigir al concreto. Se especificará la resistencia a flexo tracción en probetas prismáticas fabricadas y curadas según la norma ASTM C31 y el control de campo se podrá efectuar mediante el ensayo de este tipo de probetas según la norma ASTM C78 o la norma NTC 722.

Por cada 10 m<sup>3</sup> de mezcla se tomará una muestra compuesta por 6 probetas de las cuales se fallarán 2 a 7 días, 2 a 14 días y 2 a 28 días. Las probetas falladas a los 7 y a los 14 días se utilizarán para controlar la regularidad de la calidad del concreto, pero serán las falladas a los 28 días las que se utilicen para evaluar la resistencia del concreto. El promedio de la resistencia de las probetas tomadas simultáneamente de la misma mezcla se considera como un ensayo. Ningún valor de un ensayo debe estar a más de 0.2 MPa (2kgf/cm<sup>2</sup>) por debajo de la resistencia especificada y el promedio de cualquier grupo de cuatro ensayos consecutivos debe ser igual o mayor que la resistencia especificada más 0.2Mpa (2kgf/cm<sup>2</sup>).

### 6.3.3 Carpeta Asfáltica

Se refiere a la construcción de una mezcla asfáltica homogénea de agregados pétreos y asfalto sólido de penetración 60-70 u 85-100, preparada en planta y en caliente, extendida sobre una base, o sobre un pavimento existente y compactada con el equipo mecánico necesario, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicadas en los planos o definidos por la Secretaría de Valorización e Infraestructura vial.

#### 6.3.3.1 Procedimiento de Construcción.

- Equipos

Para la ejecución de los trabajos en que se utilice carpeta asfáltica los equipos comprenden escobas para barrido manual o barredoras mecánicas, cilindro metálico con o sin vibración, vehículos de transporte de material. Si durante la ejecución de los trabajos se observan deficiencias o mal funcionamiento de los equipos utilizados, la Interventoría podrá ordenar su reemplazo o reparación, o la suspensión de los trabajos si así lo estima necesario; para garantizar el cumplimiento de las especificaciones, la buena calidad y acabado de las obras.

Los vehículos que se utilicen para llevar la base asfáltica a la obra tendrán volcú metálico liso, el cual deberá limpiarse cuidadosamente de todo material extraño. La mezcla debe cubrirse con una lona para evitar su humedecimiento o la pérdida de temperatura en forma excesiva.

La base acabada y aceptada por la Interventoría, deberá ser cuidadosamente barrida y soplada con equipo de tal forma que se elimine todo el polvo y material suelto. El riego de liga debe ser uniforme. El exceso de material bituminoso que forme charco, será retirado con trabajo manual. El área imprimada será cerrada al tránsito para lograr la penetración y el endurecimiento superficial del material bituminoso. Se prohíbe imprimir cuando existan condiciones de lluvia o niebla densa. Cualquier desperfecto que se manifieste en la base imprimada por causa imputable al Contratista y/o Urbanizador, será reparado por él mismo por su cuenta y riesgo.

- Imprimación

Se refiere al suministro, transporte, calentamiento y aplicación uniforme de un producto asfáltico o emulsión asfáltica sobre una superficie granular estabilizada, preparada y aceptada por la Interventoría. Pueden usarse como materiales de imprimación el asfalto líquido MC-70 de curado medio aplicado a temperaturas entre 40 °C y 70 °C o emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta CI-1 con un contenido de



asfalto residual de 55 a 65% en la emulsión base, aplicada a una temperatura mínima de 10 °C. grados centígrados

- Preparación de la Superficie.

La base debe estar imprimada de acuerdo con los procedimientos, dosificaciones y técnicas descritas en párrafo de Imprimación. Al aplicar la carpeta asfáltica la superficie imprimada debe estar seca y en buen estado. Las áreas deterioradas o destruidas de la imprimación deben ser previamente reparadas, ya sea con aplicaciones de riego de liga o con imprimaciones completas, según la magnitud de los deterioros. Cuando la base asfáltica se vaya a colocar sobre pavimentos existentes de cualquier tipo, la superficie debe estar barrida cuidadosamente y se deberá aplicar un riego de liga, empleando un carrotanque distribuidor y una emulsión asfáltica catiónica de rompimiento rápido de acuerdo con lo especificado en el párrafo Riego de Liga. Se prohíbe la colocación de carpeta asfáltica cuando existan condiciones de lluvia.

- Extensión de la mezcla.

La base asfáltica puede extenderse con finisher o con motoniveladora si las condiciones del equipo y la pericia de su operador permiten garantizar un extendido uniforme de la mezcla, acorde con los alineamientos y secciones especificados. En las áreas con obstáculos o donde no sea posible el uso de los equipos descritos antes, o para hacer trabajos de bacheo se podrá extender la mezcla a mano, previa autorización de la Interventoría. La base asfáltica debe extenderse a una temperatura no inferior a 115 grados centígrados. Se recomienda nivelar cada 5 m la base para evitar problemas de empozamiento; cuando se esté utilizando la pavimentadora chequear adecuadamente con el puntillero el espesor de la carpeta que se está colocando. El sellamiento entre una franja y la otra no debe ofrecer diferencias de niveles que afecten la visual de la vía ni la estética.

- Compactación.

La compactación debe hacerse en un rango de temperatura entre los 100 y los 80°C. Para este proceso se requieren equipos vibratorios pesados (cilindros o vibrocompactador). En las zonas inaccesibles para el cilindro se realizará la compactación mediante compactadores mecánicos portátiles. La compactación debe efectuarse con cilindro o vibrocompactador. La carpeta no debe colocarse si está lloviendo. Como el asfalto sella con el tránsito de los vehículos se puede dar al servicio en forma inmediata.

La tersura de la carpeta nos indicará si la gradación se ajustó a la norma y su contenido de asfalto esta entre el 5 y el 6%.

- Riego de liga.

Para la reconstrucción de pavimento asfáltico en roturas se tratará la junta con un riego de asfalto fundido como impermeabilizante y adhesivo entre la carpeta existente y la nueva.

Previa compactación de la base hasta la densidad especificada y después de que las juntas se limpien de polvo y materiales extraños, se les aplicará el riego de liga por medio de distribuciones a presión o de esparcidores manuales. Las juntas verticales con la carpeta asfáltica o con cualquier estructura existente (andenes, cordones, cámaras, etc.) deben impregnarse completamente con riego de liga 0.040 Gl/m<sup>2</sup>. Se prohíbe aplicar la liga cuando existan condiciones de lluvia o niebla densa.

#### **6.3.4 Andenes**

Se refiere a los requerimientos para la restitución de andenes de concreto simple, de acuerdo con las dimensiones y especificaciones encontradas al realizar la demolición o las indicadas por la Interventoría. El Contratista y/o Urbanizador suministrará los materiales y equipo necesario para ejecutar los trabajos de acuerdo con los requerimientos relacionados. Estos requisitos serán aplicables en la reparación de andenes demolidos por causa de la construcción y/o mantenimiento de redes de acueducto y/o alcantarillado.

Los andenes con ancho menor a un metro deberán ser reparados en paños completos y con ancho mayor la reconstrucción del área será previamente definida con la Secretaria de Infraestructura y Mantenimiento Vial.

Las losas de concreto se fundirán sobre una base de relleno con material de sub-base de 10 cm. de espesor compactado al 90% del próctor modificado. Los andenes se construirán en concreto simple de 3000 PSI mínimo de 10 cm. de espesor. Los andenes no llevarán acero de refuerzo y se construirán siguiendo los alineamientos dados en los planos o los indicados por la Interventoría.

La solicitud y número de ensayos para garantizar la calidad del concreto quedarán a discreción de la Interventoría.

- Acabados

La restitución de acabados de andén en: mármol, tablón, granito, etc., se realiza de acuerdo con las dimensiones y especificaciones encontradas al realizar la demolición o las indicadas por la Interventoría.

#### **6.3.5 Sardineles**

La ejecución y construcción de sardineles trapezoidales o cuadrados de concreto de 3000 PSI con hierro figurado se hará de acuerdo con las dimensiones y especificaciones encontradas al realizar la demolición o las indicadas por la Interventoría. La reposición y/o reparación. Estos requisitos serán aplicables en la reparación de sardineles demolidos por causa de la construcción, mantenimiento de redes de acueducto y/o alcantarillado.

El concreto debe ser preferiblemente premezclado o al menos mezclado en trompo. La mezcla debe ser constituida por materiales de grava triturada y arena, no se permitirá el uso de material de río. Se deseará utilizar curado químico.

#### **6.3.6 Empradizacion**

Este trabajo consiste en el suministro, transporte y colocación del prado para revestimiento de taludes y otras áreas indicadas en los planos u ordenados por la Interventoría.

También incluye el sostenimiento de los taludes o zonas engramadas durante todo el período de construcción y/o restitución de las obras y hasta el recibo final de la misma por parte de EMCALI EICE ESP.

Los taludes del canal o las zonas a empradizar deben ser emparejados por el Contratista y/o Urbanizador ya sea con material sobrante de la excavación o de otra fuente, de tal manera que no queden protuberancias, piedras, huecos, etc., en las zonas donde va a sembrarse el pasto. La siembra debe hacerse tan pronto se realicen los tramos terminados en su excavación y antes de que aparezca maleza en los taludes. El Contratista y/o Urbanizador tendrá a su cargo el mantenimiento y limpieza de las áreas empradizadas hasta cuando EMCALI EICE ESP, reciba la obra y tendrá la obligación de reparar a su

costa cualquier porción defectuosa que no se adhiera a la superficie o talud que contenga materias extrañas que se hayan secado o que su apariencia sea regular o de mal aspecto, según lo determine la Interventoría.

El prado se obtendrá de fuentes aprobadas por la Interventoría, su extracción se hará en bloques rectangulares de ancho uniforme, cortado por debajo de las raíces.

Las dimensiones de los bloques no deberán ser mayores de las que permitan el manejo de éstos sin que se rompan. Es necesario que la tierra vegetal no se desprenda de las raíces. Si el suelo de donde procede el prado se encuentra muy seco, debe regarse con anterioridad al corte de modo que la humedad penetre hasta la profundidad de las raíces. No se acepta ningún bloque de prado que no esté en buenas condiciones, que sea de mala calidad, que contenga pasto quicuyo, maleza u otros elementos extraños. La Interventoría podrá rechazar cualquier bloque de prado que esté seco, o que se haya almacenado por mayor tiempo del autorizado.

- Colocación

La superficie en donde se ha de colocar el prado debe estar terminada de acuerdo con los planos y las especificaciones y aprobada por la Interventoría, antes de iniciar el trabajo. Si es necesario se compactará la superficie por métodos manuales.

Cuando lo exijan los planos o lo indique la Interventoría el trabajo incluirá la colocación de una capa de tierra vegetal de 5 cm. de espesor compactado previamente a la colocación del prado.

El trasplante del prado debe hacerse dentro de las 24 horas siguientes a su extracción, a menos que se almacene con autorización de la Interventoría. El almacenamiento de los bloques de prado debe hacerse en tal forma que siempre estén en contacto dos superficies de tierra o dos superficies de prado y no será mayor de 7 días.

Durante el almacenamiento los bloques se mantendrán húmedos y en lo posible cubiertos de los rayos solares.

Los bloques de prado se colocan en contacto con los adyacentes y se apisonarán y presionarán contra el suelo para obtener un buen contacto y una superficie uniforme, para evitar que queden bolsas de aire o que el suelo por debajo del prado pueda ser arrastrado por el agua lluvia. Terminada ésta operación, las grietas que queden entre los bloques se rellenan con fragmentos de prado y tierra vegetal.

En los taludes los bloques se colocan con su mayor dimensión paralela al eje de la vía y de tal manera que las juntas verticales no coincidan. Los bloques no deberán sobresalir en la intersección de la superficie de prado con otras superficies. En superficies inclinadas los bloques deberán clavarse por medio de estacas de madera para evitar su deslizamiento por acción del tránsito de personas o de animales o por efecto de la erosión.

Tanto en los cortes como en los llenos, la protección con prado se coloca tan pronto como las demás operaciones lo permitan. Cualquier daño que sufran los taludes por falta de protección será reparado por cuenta del Contratista y/o Urbanizador a satisfacción de la Interventoría.

El Contratista y/o Urbanizador tendrá a su cargo el mantenimiento y la limpieza de las áreas protegidas con prado hasta el recibo final de las obras. El mantenimiento incluirá el riego periódico, de acuerdo con las instrucciones de la Interventoría, hasta que se establezca un crecimiento uniforme y natural del prado y la reparación de todas las partes defectuosas que no se adhieran a la superficie del suelo, que contenga vegetación extraña, que se haya secado o cuya apariencia sea irregular o desagradable en concepto de la Interventora.

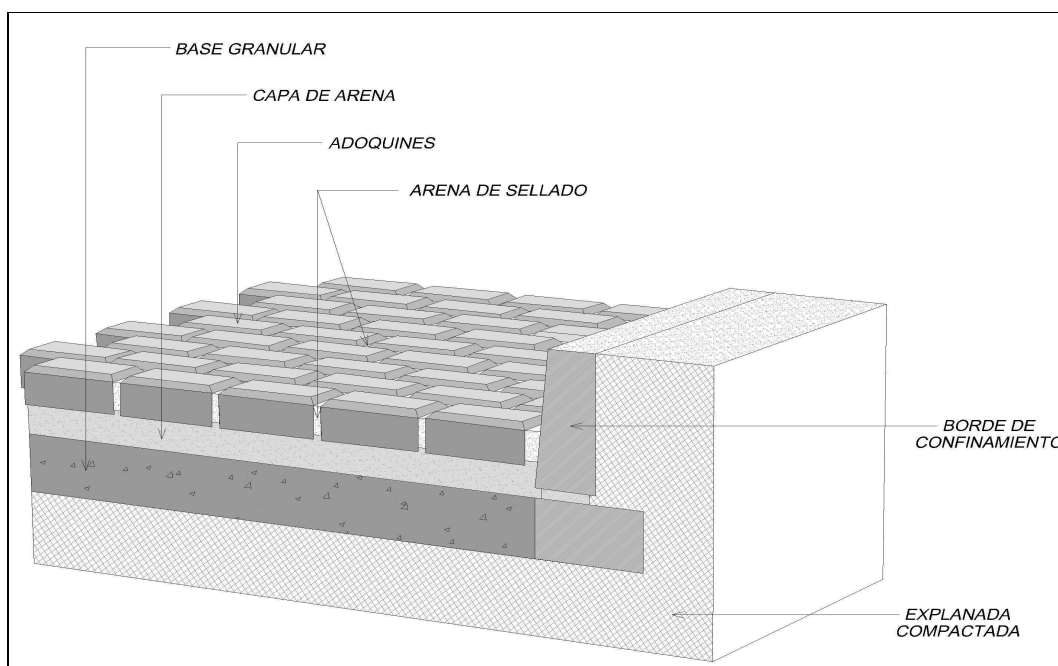
### 6.3.7 Adoquín en Concreto para Tráfico Vehicular

#### 6.3.7.1 Descripción y método

El Contratista y/o Urbanizador suministrará e instalará todos los elementos necesarios para la ejecución de esta actividad, cumpliendo con el tipo y calidad especificadas, así como con los procedimientos descritos en la presente norma, establecidos por la Secretaria de Infraestructura y Mantenimiento vial para este tipo de pavimentos.

Por su comportamiento, los adoquines poseen ventajas comunes al pavimento flexible (asfalto) y al pavimento rígido (concreto). De una parte, la superficie conformada por piezas sueltas se acomoda sin problema a los movimientos del terreno y no presenta problemas de dilatación por otra parte, los adoquines poseen la resistencia y durabilidad propias de los pavimentos de concreto. Sobre la subrasante se instala el material de base, especificado conforme a esta norma técnica para luego colocar una capa de arena de 3 a 4 cm de espesor sobre la cual se acomoda el adoquín con una junta de 0.5 cm. (Ver Figura 1).

**Figura 1. Detalle (sendero en adoquín general)**



## **7.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Sistema de Normas Técnicas de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (SISTEC), 2006.

Normas de Diseño y Construcción de Acueducto y Alcantarillado de Empresas Municipales de Cali, 1999.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, 2006.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de Aguas de Cartagena S.A. ESP, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Cartagena, 2005.

Normas de Diseño de Acueducto y Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín (EPM) ,2006.

Especificaciones de Construcción, Universidad Nacional de Colombia, Andén Parque de Los Maestros. Ing. Jimmy Javier Melo Moreno- ing. Gonzalo Peña Pérez, Profesionales Oficina de Planeación Institucional y del Territorio. Bogotá, Junio de 2007.