



GUÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN VIAL SOSTENIBLE A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PAVIMENTO DESCONTAMINANTE ECOGRANIC, EN GUACHETÀ- CUNDINAMARCA.

YEIMY YERALDIN DELGADO CAÑON

CC: 1.053.348.611

yeimmidelgado@ustadistancia.edu.co

ALEXANDRA MURCIA PINILLA

CC: 1.069 002 498

alexandramurcia@ustadistancia.edu.co

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

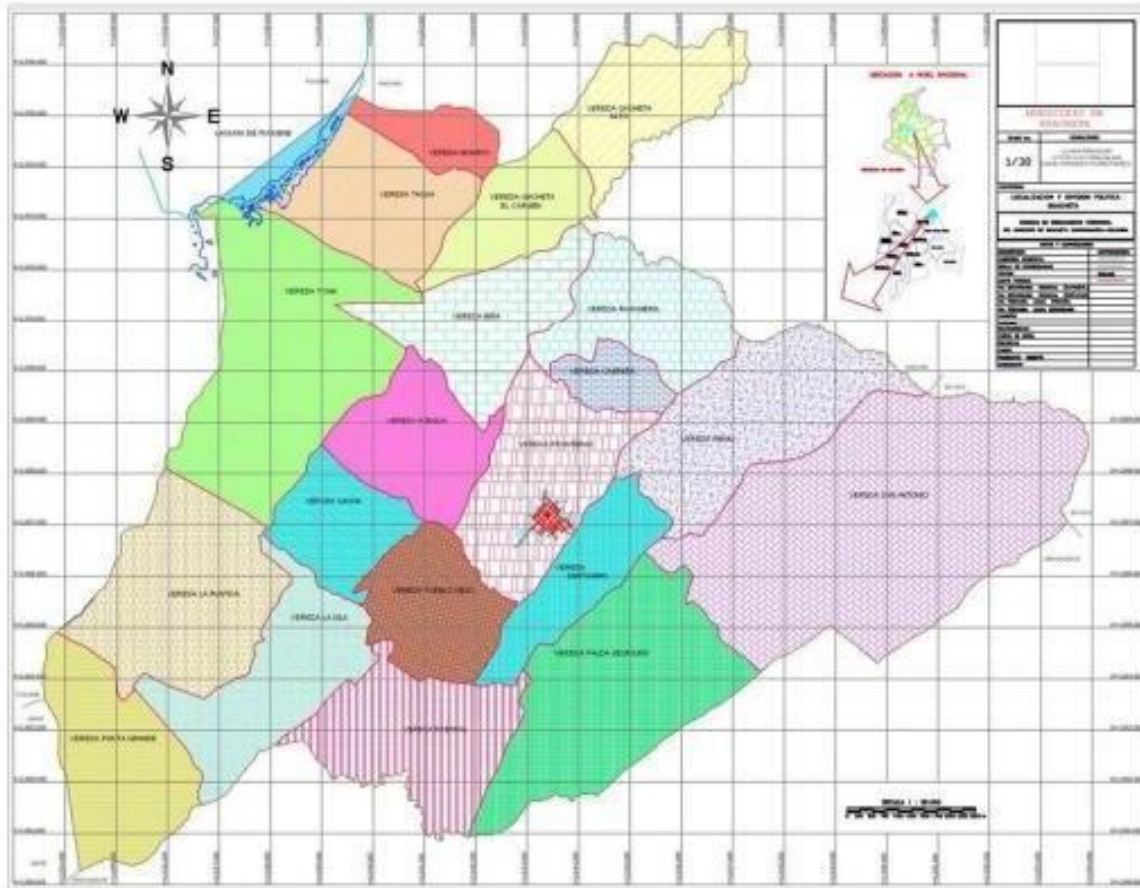
CONSTRUCCIÓN EN ARQUITECTURA E
INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

TABLA DE CONTENIDO

LOCALIZACION DEL MUNICIPIO	37
1. ABREVIACIONES	4
2. OBJETIVO GENERAL	5
3. DOCUMENTOS CITADOS	6
4. DEFINICIONES	7
5. ESTUDIOS Y DISEÑOS	12
6. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	16
7. ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	17
8. CARACTERÍSTICAS DE LOS ADOQUINES	20
9. CLASIFICACIÓN DEL TRÁNSITO	21
10. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN	24
10.1 PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO ECOLÓGICO.	25
11. MANTENIMIENTO.	39
12. PRESUPUESTO	40
12. BIBLIOGRAFÍA	42
13. REFERENCIAS	42
ANEXO I	53

LOCALIZACION DEL MUNICIPIO



Veredas del Municipio de Guachetá

Extensión total: 177.45 Km2

Altitud de la cabecera municipal 2688 msnm (metros sobre el nivel del mar):

Temperatura media: 13°C

(GUACHETA CUNDINAMARCA, s.f.)

1. ABREVIACIONES

TiO₂: Dióxido de Titanio

OMS: Organización Mundial de la Salud

COVNM: Compuestos Orgánicos Volátiles No Metano

NH₃: Amoniaco

POA's: Procesos de oxidación avanzada

BC: Banda de conducción

BV: Banda de Valencia

UV: Ultra violeta

2. OBJETIVO GENERAL

Presentar una guía para la construcción de pavimento ecológico en GUACHETÁ- CUNDINAMARACA, en la variante del carbón, que permita conocer por parte del constructor, todas las particularidades referentes a los procesos constructivos de los dichos pavimentos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- establecer los estudios requeridos para la construcción de pavimentos ecológicos.
- Identificar los pasos de construcción requerida para el pavimento ecológico.
- Establecer ensayos requeridos para los materiales empleados en la construcción de pavimentos.
- Establecer el paso a paso para la conformación de las diferentes capas estructurales del pavimento.
- Establecer la herramienta y equipo necesario en cada una de las fases constructivas del pavimento.

3. DOCUMENTOS CITADOS

- NTG 41007. Agregados para concreto. Especificaciones. (ASTM C33).
- NTG 41095. Cementos hidráulicos. Especificaciones por desempeño. (ASTMC1157). NGO 4010. Sistema Internacional de Unidades (SI).
- NTG 41047. Aditivos químicos para concreto. (ASTM C494).
- NTG 41086. Adoquines de concreto para pavimentos. Especificaciones.
- NTG 41073. Agua de mezcla para uso en la producción de concreto de cemento hidráulico. (ASTM C 1602).
- NTG 41069. Aditivos incorporados de aire para concreto. (ASTM C260).
- NTG 41056. Pigmentos para concreto coloreado integralmente. Especificaciones. (ASTM C 979 / C979M)
- NTG 41087 h1. Métodos de ensayo. Determinación del módulo de ruptura de los adoquines de concreto
- NTG 41087 h2. Métodos de ensayo. Determinación de la resistencia al desgaste por abrasión de adoquines de concreto. (EN 1338: 2003, anexos G y H).
- NSE AGIES. Normas de Seguridad Estructural (NSE) – Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES).

4. DEFINICIONES

4.1. Adoquín bicapa

Si el adoquín se compone de dos capas de concreto de características diferentes, la capa de desgaste no deberá tener menos de 8 mm de espesor. En ningún momento durante el uso de los adoquines ni durante su ensayo a flexión se debe presentar separación o desprendimiento total o parcial de las dos capas de los adoquines bicapa.

4.2 Adoquín biselado

Adoquín cuya superficie de desgaste está limitada por biseles.

4.3 Adoquín de concreto

Elemento compacto de concreto, prefabricado, con la forma de prisma recto, cuyas bases pueden ser polígonos, que permiten conformar superficies completas como componente de un pavimento articulado, estos pueden ser bicapa o monocapa.

4.4 Adoquín monocapa

Elemento conformado de una sola capa de concreto.

4.5 Ancho nominal

Es igual al ancho especificado más un ancho de junta estándar.

4.6 Ancho real

Es igual a la dimensión de la prolongación del eje menor del rectángulo inscrito hasta donde intercepta las caras del espécimen.

4.7 base

Es la principal capa estructural del pavimento, colocada directamente bajo la cama de cemento de asiento. Tanto la base como la subbase le otorgan capacidad estructural al pavimento.

4.8 Bisel

Borde inclinado de la cara expuesta de un adoquín.

4.9 Capa de rodadura

Capa superior que soporta la intemperie, el desgaste por el paso del tránsito, y contribuye con la estructura del pavimento. Las más comunes son: losas de concreto, carpeta asfáltica y adoquines de concreto.

4.10 Plancha vibratoria

Una plancha vibratoria es un equipo que compacta el suelo con un movimiento percutor repetitivo con la intención de dejar la superficie firme y uniforme, al transmitir la fuerza del motor a través de la caja vibradora. Esta máquina es adecuada para nivelar la superficie del suelo.

4.11 Confinamiento

El confinamiento es parte fundamental del pavimento de adoquines, porque evita que el tránsito dañe la capa de rodadura que va unida por compactación. El confinamiento impide el desplazamiento de la capa de rodadura debido al empuje del tránsito, especialmente en el perímetro del pavimento. Puede haber confinamiento externo, que rodea el pavimento, e interno, que rodea las estructuras que se encuentran dentro de éste.

4.12 Eflorescencia

Depósito de sales que se forma sobre una superficie, generalmente de color blanco; la sustancia emerge en solución del interior del concreto o mortero y luego se precipita por evaporación.

4.13 Elemento separador

Pequeño perfil saliente situado en la cara lateral de un adoquín.

4.14 Espesor nominal (en)

Es la dimensión del adoquín, tal como la especifica el productor, medida en dirección perpendicular a la superficie de desgaste (ver Figura 1).

4.15 Espesor real

Es igual al espesor medido del espécimen perpendicular a la cara de desgaste e igual a la distancia entre la cara de desgaste y la cara de apoyo.

4.16 Junta estándar (sisa)

El ancho de la junta estándar debe ser de 2.5 mm.

4.17 Largo nominal

Es igual al largo especificado más un ancho de junta estándar.

4.18 Largo real

Es igual a la dimensión de la prolongación del eje mayor del rectángulo inscrito hasta donde intercepta las caras del espécimen.

4.19 Lote

Es el conjunto de adoquines que se fabrican bajo condiciones de producción uniformes y se somete a inspección como un conjunto unitario.

4.20 Muestra

Es el conjunto de adoquines tomado de un lote que sirve para obtener la información necesaria que permita apreciar una o más características de este lote.

4.21 Pavimento articulado

Capa de rodamiento conformada por elementos uniformes compactos de concreto, denominados adoquines, que se colocan ensamblados y que debido a su entrelazado y a la conformación de sus caras laterales, permiten una transferencia de cargas desde el elemento que las recibe hacia varios de sus adyacentes, trabajando sólidamente y sin posibilidad de desmontaje individual.

4.22 Rectángulo inscrito

Es el rectángulo de mayor área que se puede inscribir dentro de la cara inferior del adoquín (ver figura No.1, d).

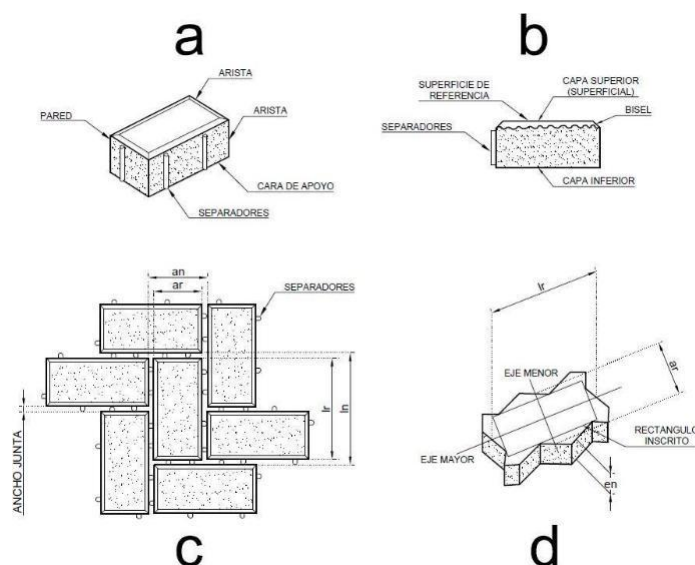


Figura 1 – Características geométricas y dimensiones de adoquines definidas en base a la norma NTG 41086

4.23 Subbase

Capa estructural localizada directamente bajo la base. Tanto la subbase como la base le otorgan capacidad estructural al pavimento.

4.24 Subrasante

Es el fundamento del pavimento y soporta las cargas del tránsito que la estructura transmite.

4.25 Subrasante mejorada

Capa colocada entre la subbase y la subrasante que funciona como capa estructural y como plataforma de trabajo para facilitar la construcción de la subbase, especialmente sobre subrasante de baja capacidad soporte.

4.26 Superficie de desgaste

Es la cara superior del adoquín que soporta directamente el tránsito vehicular y peatonal.

4.27 Unidades especiales

Adoquines con características diferentes a las que constituyen la mayor parte del pavimento, como dimensiones especiales para ajustes o con texturas o acabados especiales.

4.28 Pavimento ecológico

Tienen en cuenta las materias primas renovables, los procesos de fabricación con productos reciclados o naturales, y el tratamiento de residuos posterior a la vida útil del material. Tiene un impacto ambiental positivo al ayudar con el control de la polución en la vía.

4.29 Vías locales

Conforman el sistema vial urbano menor y se conectan solamente con las vías colectoras. Se ubican generalmente en zonas residenciales. Las vías locales sirven exclusivamente para dar acceso a las propiedades de los residentes, siendo prioridad la circulación peatonal.

4.30 Tránsito promedio

Es una medida de tránsito fundamental, está definida como el número total de vehículos que pasan por un punto determinado durante un periodo establecido.

4. 33 Sostenible

Se refiere a las condiciones que posee algo para conservarse sin necesidad de la intervención de cualquier agente externo.

4.34 Pavimento

Es la base que constituye el suelo de una construcción, el cual le da rigidez o firmeza al terreno transitable.

4.35 Ecológico

Hace referencia a la biología, y a la conservación de seres vivos y su entorno.

4.36 Innovador

Es el cambio de algo en específico, con características nuevas y diferentes para la función que vaya a desempeñar

5. ESTUDIOS Y DISEÑOS

Para el presente proyecto se determinó como alternativa de solución la construcción de un tramo de la vía de 1 km con pavimento ecológico que adsorbe las partículas de polución y las convierte en aire puro.

5.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se deberá realizar el levantamiento topográfico para la localización y determinación de la pendiente de la vía. Consiste en determinar la localización general, ubicar el tramo de vía para la intervención, determinar el dimensionamiento de las áreas de intervención.

Se sugiere que el Levantamiento Topográfico incluya como mínimo amarres al sistema de coordenadas del IGAC (debidamente certificadas), en donde además se identifique de predios colindantes, norte geográfico, cuadro de coordenadas, curvas de nivel, cuadro de convenciones, cálculo del área o de la zona de intervención, levantamiento de redes eléctricas o postes, levantamiento de redes de acueducto, alcantarillado pluvial y sanitario con las respectivas cotas, levantamiento de elementos relevantes de la vía y del entorno (cercas, pozos, etc.),

Levantamiento de construcciones existentes indicando nomenclatura y pendientes aproximadas, perfiles transversales y longitudinales indicando en planta la ubicación, punto de inicio y punto final, memorias topográficas (descripción general, metodología utilizada, equipos técnicos y humanos, precisión), carteras topográficas de campo y cálculo.

EQUIPO Y HERRAMIENTA

- **Teodolito**

Este instrumento quizás no sea muy conocido para ti, pero para los topógrafos es esencial, ya que les permite medir ángulos verticales y horizontales. Viene provisto con una lente de aumento, una brújula y un trípode.

- **Niveles**

Podríamos apostar a que has visto uno de estos en la caja de herramientas del hogar. Los niveles son utilizados para determinar si una superficie vertical, horizontal o incluso inclinada, está nivelada. ¡Exacto! Es esa herramienta que tiene una burbuja en su interior. Esta herramienta se ramifica en muchas otras, siendo los niveles de manguera, los niveles de mano, los niveles fijos, los niveles automáticos y los niveles laser los más comunes.

- **Plomada**

La plomada es una pesa de metal de forma cilíndrica o cónica. Algunos topógrafos la utilizan para realizar una línea vertical y otros la utilizan para medir la profundidad del agua.

- **Estaciones**

Las estaciones son lo más avanzado en tecnología topográfica. Constan de una pantalla de LCD y algunos funcionan con luz solar. Posee una calculadora, seguidor de trayectorias, un distanciómetro, etc. Su uso es esencial a la hora de calcular coordenadas y para replantar puntos y cálculos de distancia. (ofiteat, 2017)

5.2 ESTUDIO DE SUELOS

El estudio de suelos debe realizarse en el área donde se va a desarrollar el proyecto. El documento debe contener la descripción general del proyecto (nombre, localización con dirección), el resumen de la investigación realizada, el análisis geotécnico, las recomendaciones para el diseño, las recomendaciones para la construcción, las tablas de resultado de los sondeos, el resumen de memorias de cálculo y registro fotográfico del procedimiento de toma de muestras.

Se debe contar con la ubicación de los sondeos y caracterizaciones con perfiles estratigráficos en una copia del plano del levantamiento topográfico realizado, con el respectivo registro fotográfico de los muestreos realizados.

Además se requiere contar con copia de la matrícula profesional de acuerdo con el capítulo 2 de la Ley 400 de 1997 “por el cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes”.

ENSAYOS DE LABORATORIO

Sobre las muestras se deben tomar las más representativas para la clasificación por el Sistema Unificado (USCS) y con ellas se determinaron las características de resistencia mecánica del suelo, mediante la ejecución de los siguientes ensayos de laboratorio:

-  Determinación de los tamaños de las partículas de los suelos (INV E 123 – 13)
-  Límites líquidos y plásticos de los suelos (INV E 125 – 13 e INV E 126 – 13)
-  Determinación de la Humedad (INV E 122 – 13)
-  CBR de suelos compactados en laboratorio y sobre muestra inalterada (INV E 148 – 13)

Ensayos de concreto

En el caso de Colombia, se rigen bajo las Normas Técnicas Colombianas (NTC). Para la toma de muestras de concreto, la norma es la NTC 454 – Ingeniería Civil y Arquitectura. Concretos. Concreto Fresco. Toma de Muestras, y para los agregados es la NTC 129 – Ingeniería Civil y Arquitectura. Práctica para la toma de muestras de agregados.

Es importante recordar que la realización de la muestra debe hacerse por el personal idóneo, ya que el procedimiento no es complejo pero en ocasiones su actuar raya con lo obvio y se realizan procedimientos inadecuados que afectan el resultado final, dando pasos a dudas de las cuales se responsabilizará al material. Éste, en realidad, no hace otra cosa que responder a las acciones apropiadas o no de su manipulación. Una operación realizada de forma idónea refleja el profesionalismo del constructor, productor o laboratorista que realice el procedimiento. El material puede estar en óptimas condiciones pero un proceso de toma mal realizado lo arruina todo.

Para analizar la manejabilidad del concreto es necesario regirse bajo la NTC 396 – Ingeniería Civil y Arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. Allí se especifican los ensayos de rutina en obra, debido a que es una condición de aceptación o rechazo de la calidad inicial del producto. El ensayo es realizado en planta y en obra, generalmente se presentan inconvenientes en procedimientos e interpretación que afectan y demoran el vaciado, en algunos casos teniendo que afectar la dosificación de la muestra debido a muestras iniciales de fraguado.

Los ensayos de resistencia a la compresión se rigen mediante la NTC 550 – Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra, o NTC 1377 – Ingeniería Civil y Arquitectura. Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos de laboratorio. Estos requieren tiempos determinados (no mayor a 15 minutos) entre la obtención de la muestra y la elaboración de los especímenes. La muestra debe ser tomada en el tercio medio del viaje (entre el 15% y el 85% de la descarga) independientemente de la cantidad de metros cúbicos que se transporten en el camión mezclador.

5.3 PLANO DE UBICACIÓN GENERAL

El plano debe contener: Norte, escala, cuadrícula de coordenadas, abscisados, puntos de referencia y amarre utilizados, cuadro de convenciones, rótulos, entre otros.

Plano de levantamiento: Se debe entregar un plano de levantamiento topográfico en escala legible en tamaño pliego o medio pliego según se requiera, indicando lo siguiente: Norte, escala, curvas de nivel, puntos de referencia y amarre con coordenadas, abscisados con detalle de puntos de inicio, hitos especiales (redes, quebradas, etc.), perfiles de terreno, cuadro de convenciones, ubicación de obras de drenaje existentes. El plano debe estar

debidamente firmado por el profesional o técnico encargado de su elaboración y se debe entregar en físico y en medio digital junto con copia de las carteras topográficas.

5.4 LEVANTAMIENTO TÉCNICO

Se requiere hacer un levantamiento técnico del estado de las vías a intervenir, con el fin de determinar las características físicas de la zona en concordancia con el levantamiento topográfico, actividad geológica evidente o teórica, manejo de aguas de escorrentía y cauces naturales en la zona de la vía.

El producto final de las actividades de inspección será insumo directo para el diseñador, teniendo en cuenta que la información levantada permita determinar la pertinencia de la profundización de algún aspecto específico que el diseñador deba incluir para garantizar la estabilidad de las obras mediante el tratamiento o estabilización de las condiciones críticas identificadas. Con la información generada en el diagnóstico, el diseñador deberá elaborar los planos planta perfil de las intervenciones proyectadas, la necesidad o no de profundización del estudio propuesto en la inspección con su correspondiente justificación técnica y los diseños para tratamiento de las condiciones críticas identificadas que requieren actividades de control o estabilización.

5.5 ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA DISEÑO DE DRENAJES

Estos estudios se requieren para verificar si se requiere o no la limpieza, rehabilitación, reconstrucción de obras de drenaje existentes o construcción de nuevas con el fin de minimizar o eliminar las condiciones críticas de afectación a la vía existente y por ende a las obras a construir. Por lo anterior se requiere la realización de los estudios para determinar los caudales a manejar en cada zona o tramo de vía a intervenir, así como el funcionamiento de las obras existentes para determinar sus capacidades y proceder finalmente al diseño hidráulico y de drenaje. De igual forma se verificará el comportamiento del drenaje subsuperficial o de flujos de nivel freático que puedan afectar las obras a realizar para considerar así mismo el posible diseño de elementos que tiendan a controlar las situaciones críticas mencionadas, como puede ser el caso de drenajes Subsuperficiales, drenes verticales, filtros laterales, colchones filtrantes, etc. El estudio debe contar con las áreas de drenaje del área a intervenir.

El estudio hidrológico contempla el cálculo de parámetros morfométricos, tiempos de concentración, duración e intensidad de la lluvia y cálculo de caudales a partir de diferentes metodologías. y el presente informe es estructurado de la siguiente manera: la primera parte consiste en la descripción teórica de los métodos para la estimación de caudales máximos utilizando los modelos Lluvia escorrentía, la segunda parte se enfoca a la aplicación de dichas metodologías sobre la cuenca de la quebrada la Bramadora a la altura de la finca Betania, se describe la localización, la información base, los parámetros Geomorficos, la tormenta de diseño, el cálculo de la precipitación efectiva y la

estimación de los caudales máximos por los diferentes métodos aquí presentados. Se analizan los resultados y se define el caudal de diseño.

6. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Con este plan se establece, de manera detallada, las acciones que se implementarán para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo del proyecto, obra o actividad.

Se debe contar con certificación de existencia de canteras u otras fuentes de materiales para el proyecto indicando lo siguiente: nombre de la cantera, ubicación, productos que ofrece y disponibilidad, descripción del proceso que realiza, permisos mineros y ambientales, precios y datos de contacto.

Además, se requiere contar con una resolución de aprobación de la corporación autónoma regional de la zona de disposición de materiales y escombros (ZODME) elegida para el proyecto.

Se deberá seguir las pautas indicadas en la Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura Subsector Vial del INVIAS vigente a la fecha de elaboración de los estudios y diseños.

7. ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

7.1 Estructura de un pavimento ecológico en adoquín.

Los pavimentos de adoquín, como prácticamente todos los pavimentos, son estructuras compuestas de varias capas de diferentes materiales que se construyen sobre el terreno natural. Los materiales de cada capa se seleccionan generalmente considerando su disponibilidad y costo.

El espesor de cada capa del pavimento depende del tránsito que soportará el pavimento durante el período de diseño, de la capacidad soporte del suelo y de los materiales con que se van a construir estas capas; que deben tener la suficiente calidad para que el pavimento so- porte el peso del tránsito durante un tiempo determinado sin deformarse ni deteriorarse.

Aunque no todos estos elementos deben estar presentes en un pavimento de adoquín, ya que esto depende del diseño, a continuación, se detalla la estructura del pavimento ecológico. (Ver Figura 2).

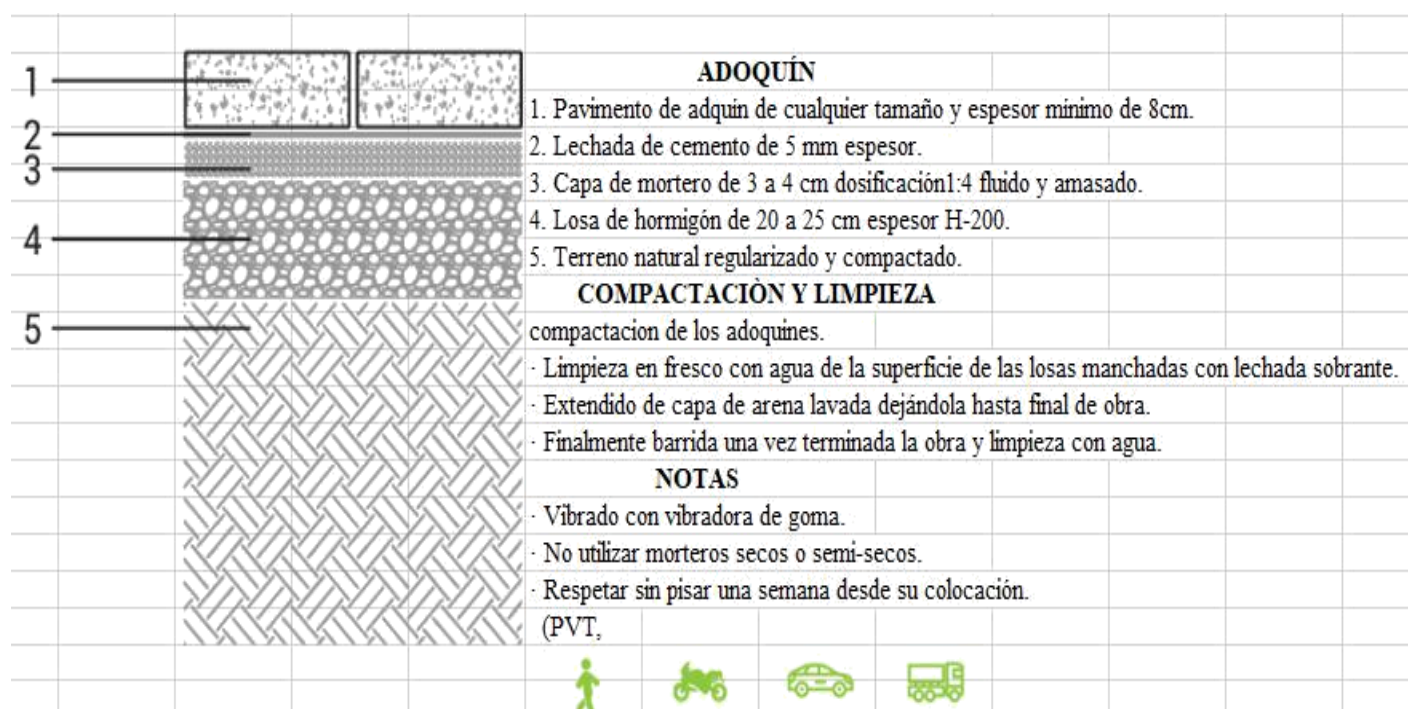


Figura 2

Figura 2. Estructura del un pavimento ecológico en adoquín.

La empresa pavimentos Tudela (pvt) nos certifica el adoquín soportando más de 3500 kg por metro cuadrado, también nos muestra un diseño de pavimento ecológico y su estructura como la base y sub-base sobre la cual se coloca los adoquines, esta estructura nos la certifica y sustenta la empresa Cerib que es centro de investigación e innovación. Su experiencia en los campos de la construcción y, en particular, en la industria del hormigón (materiales y productos prefabricados). Teniendo en cuenta que ellos plantean esta estructura para los tipos de suelos existente en España.

Nota aclaratoria: mediante la implementación de esta guía en el municipio de Guacheta-Cundinamarca se deben revisar los diseños estructurales de los detalles constructivos y los elementos de cada capa de donde se va a ejecutar el proyecto adecuándonos así al diseño que la empresa pavimentos Tudela (pvt) nos plantea.

7.2 Descripción de los elementos principales de la estructura del pavimento

7.3 Subrasante y subrasante mejorada

La capacidad resistente del suelo de fundación es uno de los factores más relevantes en el diseño de los pavimentos de adoquines de concreto. Se deben realizar los estudios del suelo con el fin de determinar la capacidad soporte de los suelos por medio del ensayo California Bearing Ratio (CBR).

La subrasante debe estar conformada de material libre de materia orgánica, que se debe compactar para permitir las labores de construcción de la base. Debe ser lo más homogénea posible, por lo que si existiera material de calidad inferior en alguna zona y por lo tanto de baja capacidad soporte, es conveniente reemplazarlo por otro material de la calidad requerida. Si la actividad de reemplazo es muy costosa, conviene evaluar la estabilización de la capa superior de la subrasante con cemento hidráulico o cal hidratada. A esta capa estabilizada se le conoce usualmente con el nombre de subrasante mejorada.

7.3.1 Subbase y base

Son capas de material colocadas entre la subrasante y la capa de rodadura, que le dan mayor capacidad estructural al pavimento. Puede ser simple o estar compuesta por dos o más capas de materiales diferentes, en cuyo caso se llama sub-base a la capa inferior y base a la capa superior.

La base debe tener una densidad uniforme en toda su extensión y profundidad, y este requisito se debe cuidar de manera especial en las zonas cercanas a las estructuras de confinamiento, tragantes para agua pluvial, cajas de inspección, etc., donde el proceso de compactación es más difícil de llevar a cabo. La base puede ser de:

1. Material granular estabilizado con cemento

Suelo-cemento, del espesor indicado en el diseño, podrá ser suelo del lugar, u otro que tenga que acarrear, siempre que los análisis de laboratorio comprueben que son adecuados para la construcción de bases de suelo-cemento.

7.3.2 Espesores para bases granulares

El espesor de las bases granulares para los diferentes tipos de tránsito, se definen a continuación en función de la categoría del suelo, estos espesores son recomendados y podrán variar de acuerdo a las recomendaciones del diseñador, técnicos o a la zona del país (ver ANEXO I, sobre categorización de suelos).

Suelo categoría 1 (S1): Es de buena calidad y, aun cuando está húmedo, permite el paso de vehículos pesados sin deformarse. CBR 15 o más

Suelo categoría 2 (S2): Es de calidad intermedia; por lo cual, cuando está húmedo, permite el paso de vehículos pesados con poca deformación. CBR entre 5 y 15

Suelo categoría 3 (S3): Es de mala calidad; es decir, cuando esta húmedo se deforma con el paso de unos pocos vehículos pesados y se hace muy difícil la circulación sobre él. CBR < 5

Cuadro 1. Espesores recomendados de bases granulares compactadas según el tipo de suelo

CATEGORÍA SUELO	TIPO DE TRANSITO (Véase numeral 5)		
	Clase A (cm)	Clase B (cm)	Clase C (cm)
S1	20 (Ver Nota 1)	10–20	10
S2	26 (Ver Nota 1)	14–22	10
S3	32 (Ver Nota 1)	17–28	10

Nota 1. Este pavimento deberá ser diseñado acorde a las condiciones de terreno y tránsito específico, como un pavimento netamente vehicular.

Por su parte el diseño de los pavimentos a base de adoquines de concreto, debe considerar dos aspectos fundamentales:

1. **Diseño geométrico de la vía.** Que determina los niveles y perfiles, los sistemas y las estructuras de drenaje, el confinamiento, el patrón de colocación de los adoquines y demás detalles constructivos.
2. **Diseño de la estructura del pavimento.** Que se define con base en las características del tránsito esperado durante la vida útil del pavimento y de la subrasante que lo soporta. Define el espesor de los adoquines, y el espesor de las capas de la estructura del pavimento y de los materiales que los constituyen.

El diseño de cada una de las capas del pavimento con adoquines debe ir relacionado directamente con el tipo de suelo, la vida útil del diseño, tránsito y los materiales constructivos.

8. CARACTERÍSTICAS DE LOS ADOQUINES

Se trata de un producto altamente ecológico y sostenible que se fabrica, entre otros, con materiales procedentes del reciclaje, especialmente de los sectores de la construcción e industrial, y que resulta muy eficaz en la eliminación de óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y partículas de material.

Los pavimentos realizados con la tecnología ecoGranic combaten la contaminación mediante un proceso similar a la fotosíntesis de las plantas, convirtiendo los gases nocivos en compuestos inocuos para la salud y el medio ambiente a través de un proceso de oxidación natural libre de agentes químicos y de efecto inagotable en el tiempo.

Los suelos ecoGranic se fabrican en dos capas y, gracias a su composición y al espesor de su capa superior, garantizan una elevada eficacia descontaminante durante más de 25 años, a pesar de los habituales procesos de abrasión.

Colores - Los colores en los adoquines, así como el de otros elementos prefabricados existentes en la vía, se originan de los colores de sus materias primas naturales (agregados, cementos, pigmentos, agua, etc.). Estos colores son variables en el tiempo y se deben también a los diferentes frentes de producción y explotación utilizados durante su extracción. Por esta razón las tonalidades pueden variar ligeramente, inclusive dentro de un mismo lote o despacho.

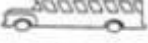
Manejo de los adoquines - Los adoquines se deberán proteger, en todo momento, de contaminación o daño con: tierra, lodo, aceites, mezclas de concreto, cemento, marcas de acero, ácidos de lavado de fachadas, descargas de materiales y cualquier otro agente externo que deteriore su apariencia o su funcionamiento. Se recomienda que los adoquines queden api- lados lo más cercano al sitio de instalación para evitar mayor manipulación y por ende el deterioro del elemento; si no es posible se deben colocar a una distancia máxima de 20 m para no comprometer los rendimientos de instalación.

9. CLASIFICACIÓN DEL TRÁNSITO

Para la realización del Plan de Manejo de Tránsito se deberá seguir las pautas indicadas en el Capítulo de Señalización de Obras del Manual de Señalización Vial del INVIAS vigente a la fecha de elaboración de los estudios y diseños.

(Construcción de pavimento rígido en vías urbanas de bajo tránsito, s.f.)

Ilustración 3: Clasificación de los vehículos en Colombia

TIPO DE VEHICULO		ESQUEMA	TIPO DE VEHICULO		ESQUEMA
AUTOS			C3 Y C4	CAMION C3	
BUSES	BUSETA			CAMION C4	
	BUS			TRACTO-CAMION C2-S1	
	BUS METROPOLITANO			TRACTO-CAMION C2-S2	
C2-P	CAMION DE DOS EJES PEQUEÑO			TRACTO-CAMION C3-S1	
C2-G	CAMION DE DOS EJES GRANDE		C5	TRACTO-CAMION C3-S2	
			> C5	TRACTO-CAMION C3-S3	

Fuente: Curso básico de diseño de pavimentos - Ingeniero Fernando Sanchez Sabogal

9.1 Dependiendo del uso que se le dé al pavimento, el tránsito se divide en tres clases que se describen a continuación:

9.1.1 Clase A: Uso industrial y tránsito pesado

Para uso en zonas sometidas a cargas de tránsito pesado como puertos, aeropuertos, patios de maniobras en zonas industriales, terminales de autobuses, calles o avenidas principales, entradas a instalaciones industriales y comerciales, zonas de carga de centros comerciales, etc. Con un tránsito de vehículos comerciales por día (vcd^*) > 20.

Clase A: Uso Industrial y Pesado

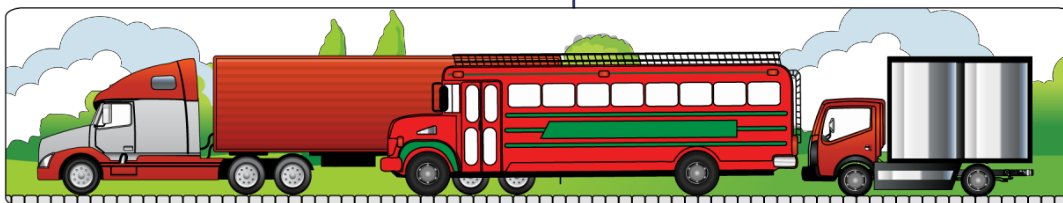


Ilustración 1 Clase A: Uso industrial y tránsito pesado

Nota 3. *vcd = vehículos comerciales por día. Vehículo comercial es aquel bus, microbús o camión con dos o más ejes, 6 o más llantas, en ambos casos incluyendo el eje direccional (delantero)

9.1.2 Clase B: Uso en tránsito liviano

Para uso en arterias o calles con tránsito vehicular liviano, que se presenta en las entradas de garajes de residencias o edificios, en parqueos para automóviles de centros comerciales, universidades, ciclo vías, entradas de servicio a restaurantes y almacenes, etc. Con un tránsito de vehículos comerciales por día (**vcd***) entre 1 y 20.

Clase B: Uso en Tránsito Liviano

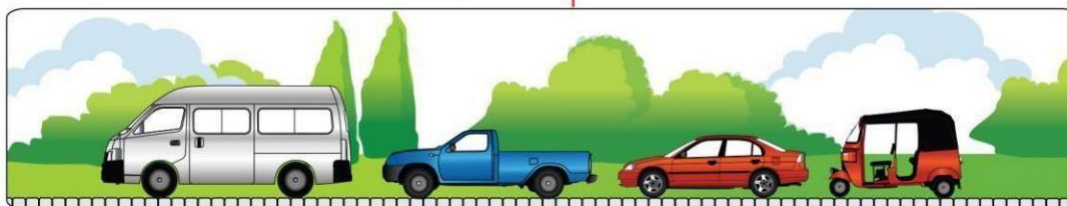


Ilustración 2 Clase B: Uso en tránsito liviano

9.1.3 Clase C: Uso peatonal

Para uso exclusivo de zonas peatonales, espacios públicos y, de manera eventual, bicicletas y motocicletas. Incluye desde tránsito peatonal muy bajo hasta tránsito peatonal alto, cómo por ejemplo el que se encuentra en zonas céntricas de la ciudad reconocidas por alta afluencia de peatones; centros empresariales, centros de comercio, centros educativos, zonas deportivas, áreas de mercado (plazas o supermercados); así como áreas cercanas a vías principales en zonas con actividades comerciales o similares.

Clase C: Uso peatonal

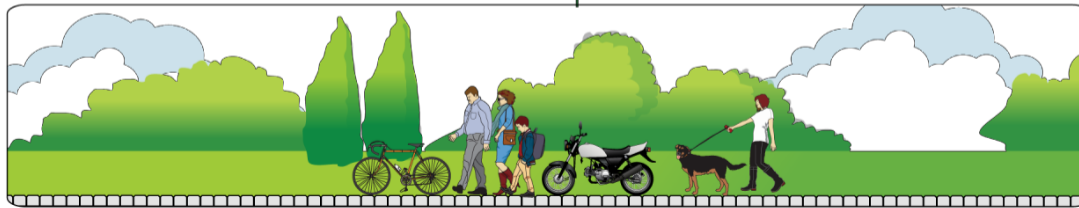


Ilustración 3 Clase C: Uso peatonal

Cuadro 1. Espesor mínimo de los adoquines, según la clase de tránsito del pavimento.

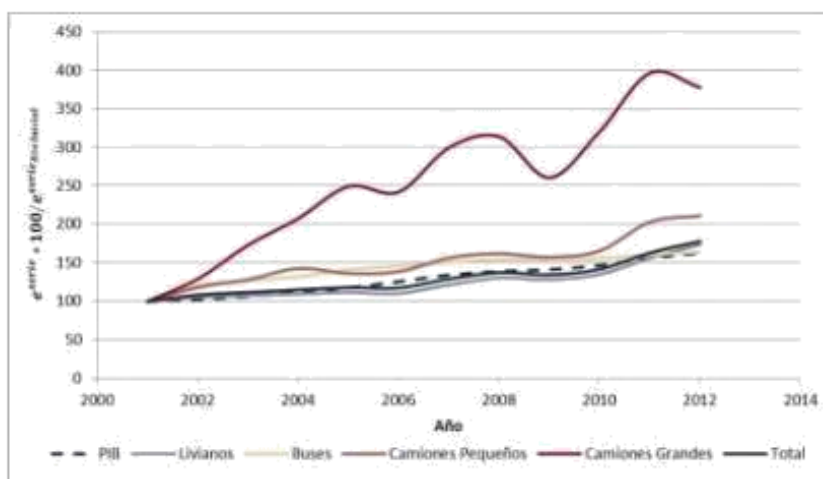
TIPOS DE TRÁNSITO	ESPESOR MÍNIMO DE LOS ADOQUINES (mm)
Clase A: Uso Industrial y Pesado ($vcd^* > 20$)	80
Clase B: Uso en Tránsito Liviano ($vcd^* 1 - 20$)	80
Clase C: Uso peatonal	60

**vcd = vehículos comerciales por día. Vehículo comercial es aquel bus, microbús o camión con dos o más ejes, 6 o más llantas, en ambos casos incluyendo el eje direccional (delantero)*

(Guía de Instalación de Adoquines, s.f.)

9.2 Para el caso de Guachetá, la vía en la que se va a construir el pavimento ecológico es una vía secundaria ya que conecta la cabecera municipal, con otros municipios de la provincia, esta vía está ubicada en la vereda gualacia boquerón como lo indica en el plano anexo, y esta presenta un tráfico Clase A como se muestra en las imágenes.

FIGURA 6.2 COMPORTAMIENTO DEL PIB Y EL TRÁFICO DE VEHÍCULOS – CUNDINAMARCA



Fuente: CEV 2014

TABLA 6.2 ELASTICIDADES DEL CRECIMIENTO DEL TRÁFICO AL PIB

Agrupación	Livianos	Buses	Camiones Pequeños	Camiones Grandes	Total
Eje Cafetero					1,07
Tolima	0,63	1,00	1,00	0,95	
Cundinamarca	0,95	0,80	1,02	0,96	
Boyacá	1,11	1,04	1,04	0,97	1,14
Santander	1,05	0,99	0,99	0,90	1,09
Norte de Santander	1,01	1,00	1,00	1,00	1,10
Los Llanos	1,10	0,99	0,99	0,97	1,13

Fuente: CEV 2014

TABLA 6.7 TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL DE LA MOVILIDAD – CRECIMIENTO BASE

Periodo	Región	Livianos	Buses	Camiones pequeños	Camiones grandes	Total
2014-2018	Eje Cafetero					4,85%
	Tolima	2,86%	4,52%	4,52%	4,29%	
	Cundinamarca	4,29%	4,65%	4,65%	4,57%	
	Boyacá	5,04%	4,72%	4,72%	4,40%	
	Santander	4,78%	4,49%	4,49%	4,06%	
	Norte de Santander	4,59%	4,55%	4,55%	4,55%	
	Llanos Orientales	5,00%	4,49%	4,49%	4,40%	
2019-2024	Eje Cafetero					4,45%
	Tolima	2,62%	4,15%	4,15%	3,94%	
	Cundinamarca	3,94%	4,27%	4,27%	4,20%	
	Boyacá	4,63%	4,33%	4,33%	4,04%	
	Santander	4,39%	4,12%	4,12%	3,73%	
	Norte de Santander	4,21%	4,18%	4,18%	4,18%	
	Llanos Orientales	4,59%	4,12%	4,12%	4,04%	
2025-2035	Eje Cafetero					3,40%
	Tolima	2,01%	3,17%	3,17%	3,01%	
	Cundinamarca	3,01%	3,26%	3,26%	3,20%	

Regresiones consideradas Cundinamarca

Tipo de vehículo (grupo)	Años	Regresiones	
Autos	2001-2010	$\text{Log}(T) = 3,38 + 0,78\text{Log}(\text{PIB})$ (2,32) (6,83)	$R^2 = 0,85$ Correlación: 0,92
	2001-2012	$\text{Log}(T) = 3,54 + 0,95\text{Log}(\text{PIB})$ (2,46) (8,44)	$R^2 = 0,88$ Correlación: 0,94
Buses	2001-2010	$\text{Log}(T) = -1,10 + 1,11\text{Log}(\text{PIB})$ (-0,60) (7,69)	$R^2 = 0,88$ Correlación: 0,94
	2001-2012	$\text{Log}(T) = 3,42 + 0,80\text{Log}(\text{PIB})$ (2,43) (7,27)	$R^2 = 0,84$ Correlación: 0,92

Tipo de vehículo (grupo)	Años	Regresiones	
Camiones Pequeños	2001-2010	$\text{Log}(T) = -1,10 + 1,11\text{Log}(\text{PIB})$ (-0,60) (7,69)	$R^2 = 0,88$ Correlación: 0,94
	2001-2012	$\text{Log}(T) = -2,39 + 1,21\text{Log}(\text{PIB})$ (-1,49) (9,67)	$R^2 = 0,90$ Correlación: 0,95
Camiones Grandes	2001-2010	$\text{Log}(T) = -10,34 + 1,82\text{Log}(\text{PIB})$ (-5,52) (12,38)	$R^2 = 0,95$ Correlación: 0,97
	2001-2012	$\text{Log}(T) = -18,09 + 2,37\text{Log}(\text{PIB})$ (-4,93) (8,28)	$R^2 = 0,87$ Correlación: 0,93

Fuente: CEV 2014

(Corredores Viales Estudio de Tráfico y Demanda Corredor 4, 2015)

10. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

Para facilidad en el proceso constructivo de un pavimento de adoquín, es conveniente revisar las actividades preliminares y disponibilidad de información antes de iniciar su construcción. En el Anexo II de esta guía encontrará una lista de chequeo preliminar que puede ser herramienta útil.

10.1 EQUIPO Y HERRAMIENTAS

En la construcción de un pavimento de adoquín se requiere de equipos y de herramientas sencillos para el transporte, corte de los adoquines, colocación de la cama de cemento colocación del cemento de sello y el equipo para compactación de los adoquines.

Transporte de los materiales y las herramientas en obra - se emplean carritos de base plana. Para la distribución de los adoquines se emplean los mismos carritos o carretillas como las que se usan para transportar cajas de aguas gaseosas, colocándoles una tabla en la base y otra que sirva como respaldo para poder apilar los adoquines.

Otras herramientas para la construcción - es necesario contar con: reglas (mínimo 3), tablas o tablonos (de apoyo para los instaladores), herramientas varias (hilos, plomadas, esta-cas, nivel de manguera, cucharas, llanas, mazos de hule para los colocadores, escobas, palas, cintas métricas, lápices, etc.)

Vibrocompactador - es indispensable utilizar un vibrocompactador de plancha para la compactación inicial y final del pavimento. El área de la plancha de la compactadora debe estar entre 0.20 m^2 y 0.50 m^2 . No es recomendable utilizar planchas más grandes porque pueden fisurar los adoquines, especialmente si los adoquines tienen 60 mm de espesor.

10.1 PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO ECOLÓGICO.

TERRENO NATURAL REGULARIZADO Y COMPACTADO

Se realiza el trazo de ejes de acuerdo con el diseño planteado, de esta manera se darán los espesores para la base y la sub-base

CONSTRUCCIÓN DE LA BASE Y SUB-BASE

Para subrasante de terreno natural, se debe nivelar la subrasante con las pendientes definidas por el diseño geométrico de la vía para el drenaje, de modo que sobre ésta se coloque posteriormente la capa de base con un espesor constante en toda el área del pavimento. Se debe retirar el material que sobre en los cortes o se deben llenar las zonas bajas, o vacíos, con un material igual o mejor que el de la subrasante.

La capa de base aporta mayor capacidad de soporte al pavimento. Se describen las propiedades que debe tener cada una de las capas del pavimento, así como las propiedades de los materiales que las componen.

La base se construye por capas de espesor constante en toda el área del pavimento. Cada capa debe quedar completamente compactada antes de colocar la siguiente. El espesor de cada una de estas capas es depende de la capacidad del equipo que se tenga disponible para la compactación. Como al compactar una cantidad definida del material de base se reduce su espesor, es necesario colocar un espesor mayor de material suelto, para que al compactar- lo quede el espesor requerido por el diseño.

La superficie debe quedar lo más uniforme posible, sin vacíos, para que la cama de cemento de asiento no se introduzca entre estos.

El material de base deberá tener niveles acordes a la estructura total del pavimento, que garanticen los espesores mínimos de los otros componentes, como por ejemplo:

Si se define un adoquín de 8 cm, con una cama de CEMENTO de asiento de 5 mm compactados y se requiere dejar un sobre alto de 0.5 cm en relación a los elementos de borde. El nivel superior de la base granular compactada deberá estar con respecto a los elementos de borde a 8.5 cm.

Losa de hormigón

Después de haber compactado y nivelado el terreno natural, se funde una losa de hormigón de 20 a 25 cm de espesor, según lo requiera la conformación del terreno. La losa de hormigón realiza la función de flexión, ya que las cargas que actúan sobre ellas ejercen de manera perpendicular al plano de las mismas. Esta clase de losa está determinada por la manera en que apoyan su estructura, la dirección del trabajo y la distribución del material (hormigón).

Capa de mortero

Son productos que constituyen lo que se denomina revestimientos continuos. Este término se define como capa o capas de material para revestimientos continuos puesta en obra in situ, directamente sobre la base, adherida o no adherida, o sobre una capa intermedia o capa aislante con el fin de conseguir:

Alcanzar un nivel determinado.

Recibir el revestimiento del suelo.

Lechada de cemento

Es la mezcla de cemento gris o blanco sin arena con agua para conseguir un fluido semilíquido que tiene diferentes usos y aplicaciones en construcción.

Pavimento adoquín

Para el pavimento ecológico se utilizara adoquines ecoGranic con un espesor de 8 cm, debido al tráfico pesado, con el fin de dar estabilidad al terreno y descontaminar el medio ambiente, mediante un proceso fotocatalítico.

Compactación y limpieza

Compactación de los adoquines.

- Limpieza en fresco con agua de la superficie de las losas manchadas con lechada sobrante
- Extendido de capa de cemento dejándola hasta final de obra.
- Finalmente barrida una vez terminada la obra y limpieza con agua.

NOTAS

- Vibrado con vibradora de goma.
- No utilizar morteros secos o semi-secos.
- Respetar sin pisar una semana desde su colocación.

(PVT, s.f.)

Confinamiento externo

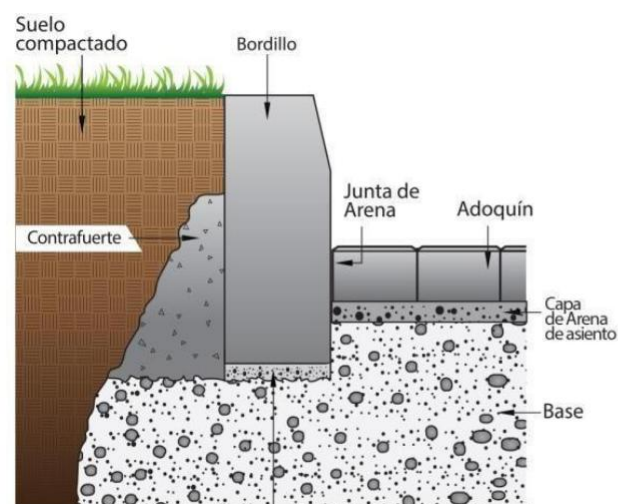
El confinamiento externo está conformado, en general, por el bordillo de una banqueta, un bordillo contra una zona verde o un bordillo a ras, al lado de otro tipo de pavimento. Como estos elementos están en contacto con las llantas de los vehículos y con el medio ambiente, deben ser de concreto con Resistencia ($f'c$) = 4000 Psi (28 MPa) como mínimo a los 28 días.

Los bordillos vaciados en obra deberán tener las mismas especificaciones en cuanto a su geometría y capacidad mecánica que los bordillos prefabricados, no se deben elaborar bordillos con mortero lanzado como revestimiento. Deberán tener un espesor de 150 mm y 450 mm de profundidad, penetrando 150 mm en la base.

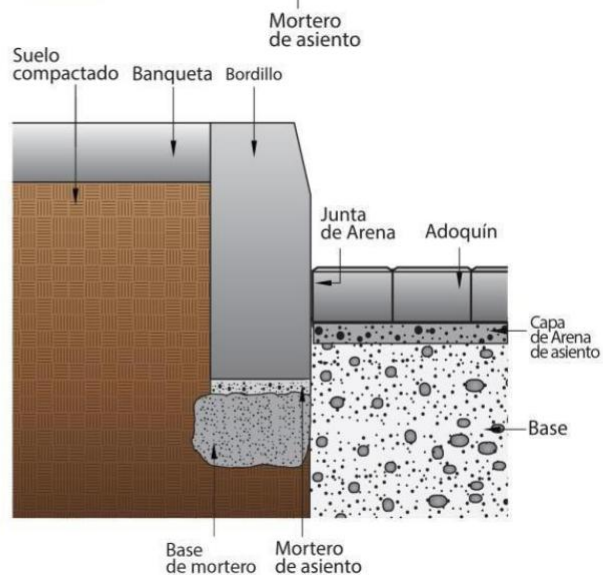
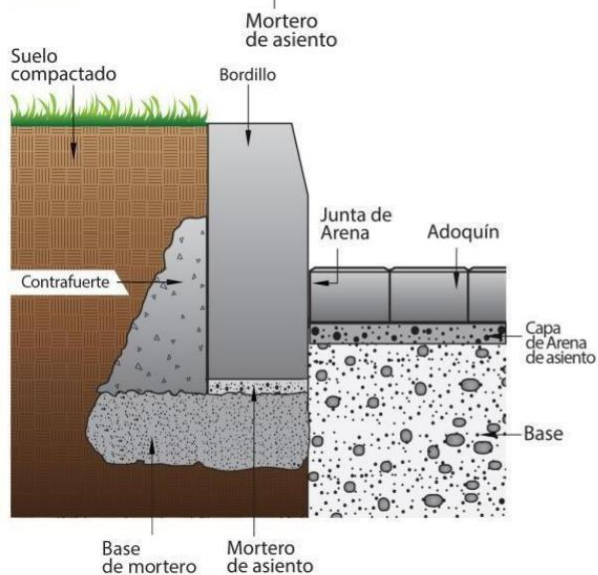
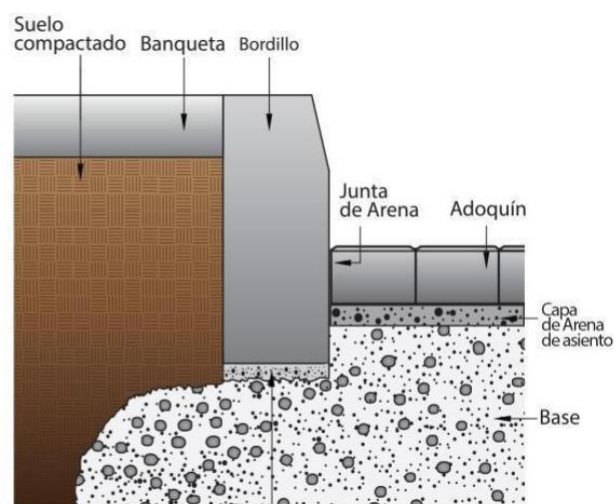
La subrasante sobre la que se apoyará los bordillos se debe compactar con un apisonador mecánico y colocarle un mortero de nivelación para el asentado de las piezas. Para bordillos que tengan cruce vehicular, se deberá construir una base del bordillo de al menos 100 mm de espesor.

Si no se tiene un respaldo firme (piso o estructura), es necesario colocar un contrafuerte de concreto con una Resistencia ($f'c$) mínima de = 1429 Psi (10 MPa) (ver Figura 3 a y c).

**a) Bordillo sobre base, respaldo blando
rígido**



b) Bordillo sobre base, respaldo



**c) Bordillo sobre mortero, respaldo blando
respaldo rígido**

d) Bordillo sobre mortero,

Figura 3. Confinamiento externo

La compactación de las capas del pavimento cerca de confinamientos laterales debe ser realizada hasta que la cama y espalda en concreto, donde se apoya el bordillo, haya alcanzado la suficiente resistencia para prevenir el movimiento del confinamiento lateral. (Pasar arriba con las figuras de confinamiento)

Cuando se empalma un pavimento de adoquines con uno de asfalto o de concreto que tenga bordes irregulares o con un pavimento de terracería, se construye un bordillo como los de confinamiento interno (6.3.2), pero sin drenes, que marque el cambio de tipo de pavimento. Si el borde de las losas de concreto está en buen estado, sirve como confinamiento.

Drenajes de confinamiento externo - Para drenar la cama de cemento y evitar acumulaciones de agua y deterioro de la base o sub-base, se deben construir drenes verticales de al menos 1" pulgada de diámetro que atraviese la estructura desde la base hasta la subrasante. Estos drenes se deben llenar con material granular de un solo tamaño, cubriendo la entrada del tubo con un parche de geotextil no tejido y así evitar la migración del cemento. Estos drenes deberán colocarse en la parte baja de la cama de cemento y en los lugares donde se prevea concentración de aguas. Alternativamente se pueden colocar drenes de ½" de diámetro colocándolos a nivel inferior de la cama de cemento, cubriendo la entrada del tubo con un parche de geotextil no tejido y así evitar la migración de la cemento. Para estos drenes se puede utilizar la misma junta de los bordillos y su cantidad deberá ser evaluada en cada proyecto.

Confinamiento interno:

Se considera confinamiento interno a las estructuras que están dentro del pavimento (sumideros, cámaras de inspección, cunetas, agujeros para plantas, etc.) Sus paredes deben ser de concreto, prefabricadas o fundidas en obra, con un espesor de 150 mm y con drenes de ½" de diámetro, colocándolos a nivel inferior de la cama de cemento, a cada 400 mm y cubriendo la entrada del tubo con un parche de geotextil no tejido para evitar la migración de cemento.

Cuando el pavimento tiene pendientes mayores al 8%, se debe colocar confinamiento transversal (bordillos transversales o llaves de confinamiento) a cada 100 metros.

No se deben fundir en obra los confinamientos a ras contra los adoquines ya colocados, ya que los bordes del confinamiento terminarán fisurándose en los puntos donde correspondería una junta entre adoquines. En lugar de esto se deben dejar las juntas y ajustar la capa de adoquines, con piezas partidas, contra el confinamiento construido con anterioridad.

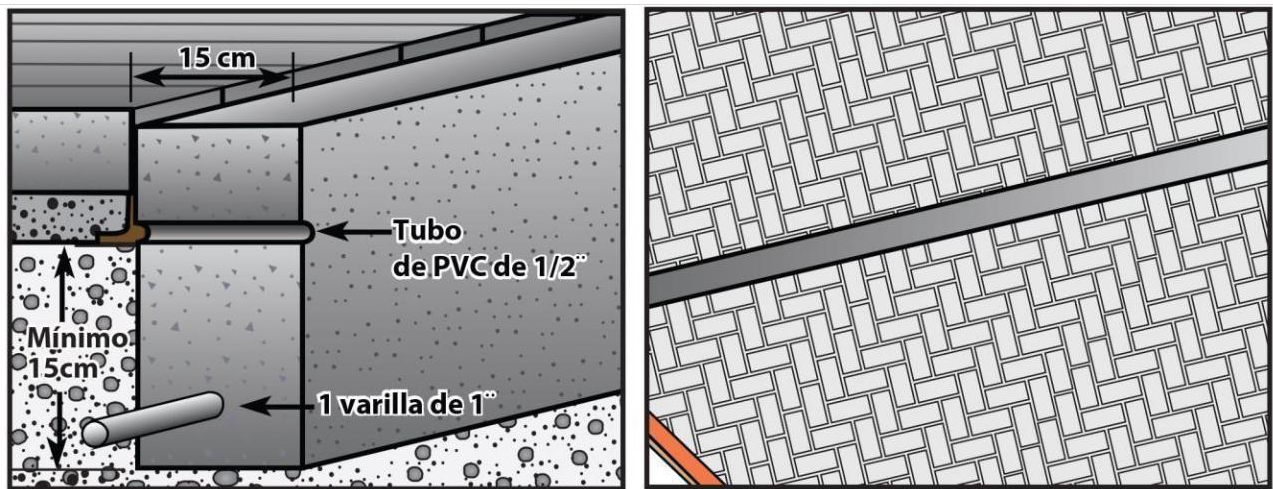


Figura 4. Confinamiento interno

Cuando se construye el pavimento de adoquines por carriles sin detener el tránsito de los carriles vecinos, se debe construir un bordillo longitudinal de confinamiento o uno provisional conformado por una sección de madera, clavada en la base con varillas de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro, de 400 mm de largo y a cada 400 mm.

Confinamientos temporales:

Los confinamientos temporales pueden ser contruidos; en el área pavimentada para prevenir el movimiento de los adoquines colocados al final del día y también para resistir el movimiento lateral durante la compactación final del pavimento.

DRENAJE – PENDIENTES:

Las obras de drenaje son las que sirven para manejar las aguas que puedan afectar el pavimento. De este se distinguen dos tipos:

Drenaje subterráneo:

El drenaje subterráneo es aquel que maneja el agua que está por debajo del pavimento (filtros, alcantarillados, etc.).

Si el nivel freático es muy alto y ablanda la subrasante o aparece durante la construcción del pavimento, se debe construir un filtro debajo de la base, consistente en una zanja llena con grava y cubierta con el material de base. Si hay exceso de agua se debe colocar, preferiblemente, un tubo de concreto perforado en la parte inferior de la zanja para sacar el agua hacia el alcantarillado.

Si el suelo del lugar es muy fino y se ha abierto la zanja, se deben forrar las paredes con geo-textil, luego colocar un poco de grava y sobre ésta el tubo de concreto con perforaciones hacia abajo. Posteriormente se termina de llenar la zanja con grava, se cierra el geotextil y se coloca encima el suelo necesario o la base, bien compactados.

Drenaje superficial:

El drenaje superficial es aquel que maneja y encausa el agua que está sobre el pavimento (pendientes transversales, cunetas, tragantes, reposaderas, etc.).

Las pendientes transversales del pavimento buscan principalmente:

- a) Evacuar el agua de su superficie para mantenerla seca
- b) Reducir la penetración del agua por las juntas y
- c) Conducir el agua a las estructuras de drenaje.

Pendiente longitudinal mayor o igual a 2.5% - Cuando la pendiente longitudinal de la vía es de por lo menos 2.5 %, su pendiente transversal debe ser por lo menos de 2.5 % y no se considera necesario construir cunetas a los costados. Si se utiliza bombeo a dos aguas para vías vehiculares o peatonales, se recomienda disminuir el ángulo, en una longitud de 0.5 metros a cada lado del quiebre central, en lugar de hacer el quiebre de pendientes en el centro.

Pendiente longitudinal menor a 2.5% - Si la pendiente longitudinal es menor del 2.5 %, se deben construir cunetas a uno o ambos lados de la vía. Estas cunetas se pueden hacer con adoquines colocados sobre cemento o de concreto.

Pendiente longitudinal menor a 1%. Si la pendiente longitudinal es menor de 1 %, la cuneta debe ser de concreto y de 150 mm de espesor como mínimo. En este caso, no es aconsejable hacerla al centro.

Drenajes en paredes - Se deben dejar drenes en las paredes de tanques, registros, reposaderas, brocales o bordillos transversales, introduciendo, durante la fundición, tubos de ½" de diámetro, a nivel de la parte baja de la cama de cemento. El lado del tubo que está en contacto con el cemento se debe cubrir con un parche de geotextil no tejido para que no se pierda el cemento.

Estructuras de drenaje según el tipo de tránsito – Los canales de drenaje pueden ser formados empleando adoquines rectangulares puestos sobre una cama de mortero para producir una cuneta o canal.

Tránsito Clase A o B - Si el pavimento es sometido a tránsito vehicular, (Clase A o B) puede hacerse una canaleta en concreto vaciado sobre una cama de mortero y con una fundición de concreto in situ, llegar con el adoquín hasta el borde de la canaleta y colocar la cara de corte del adoquín hacia la cuneta. Igualmente luego de la compactación, el adoquín debe estar 10 a 15 mm por encima del nivel del borde de la canaleta, debido a posibles asentamientos en el futuro, según se indica en el Cuadro 4.

Tránsito Clase C - Cuando se tiene tránsito peatonal Clase C, las cunetas se pueden hacer escalonadas hasta 5 mm por debajo de la superficie del pavimento. En áreas pavimentadas con adoquines diferentes a vías, como plazas, parqueos, patios, etc., la pendiente mínima debe ser del 3 %.

Niveles y Uniformidad de la Superficie - Los niveles y la uniformidad de la superficie del adoquín se pueden considerar parte de los requisitos de drenaje, porque sin estos, las pendientes y las estructuras de drenaje no funcionan adecuadamente.

Para que el agua corra fácilmente sobre el pavimento de adoquín, su superficie debe quedar uniforme.

Para medir el alineamiento vertical, se puede colocar una regla de 3 m a largo de la superficie del pavimento y verificar que la diferencia entre elevaciones en ningún punto supere 6 mm y el nivel entre dos adoquines adyacentes no debe diferir en más de 3 mm, si esto no ocurre, se debe corregir el proceso de construcción hasta cumplir con éstas condiciones.

ESCALONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS RIGIDOS QUE ACOMPAÑAN AL PAVIMENTO DE ADOQUÍN

Todos los pavimentos de adoquín deben quedar por encima de cualquier estructura de confinamiento interno o externo, como se indica en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Escalonamiento del pavimento en relación a los elementos de confinamiento

Tipo de tránsito	Escalonamiento (e), en mm con tolerancias ± 1 mm
Clase A: Uso industrial o tránsito pesado	15
Clase B: Uso en tránsito liviano	10
Clase C: Uso peatonal	5

Recordar que el espesor de la cama de cemento de asiento se reduce con la compactación. Es indispensable, como se mencionó anteriormente, hacer una prueba piloto con el fin de establecer el rango de asentamiento de la cama de cemento de asiento. Para esta prueba es suficiente preparar un área de 1 m^2 .

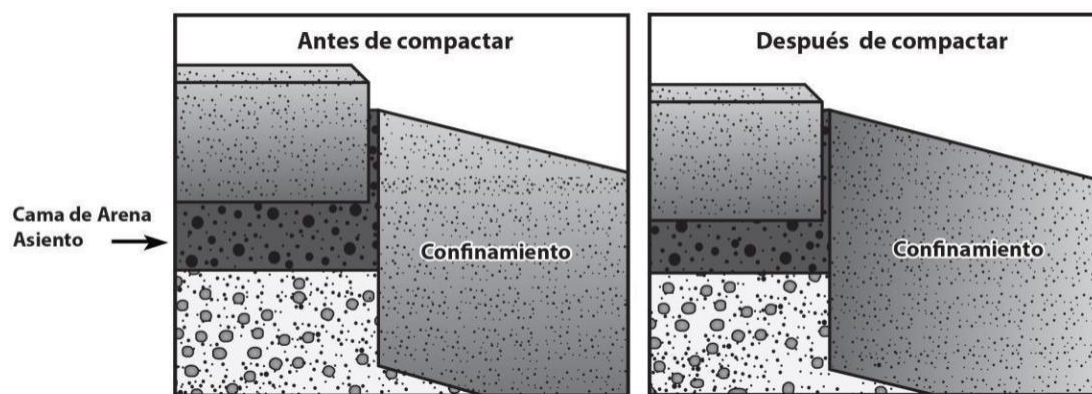


Figura. 5. Escalonamiento en relación a los elementos de confinamiento

Hilos para verificación de alineamiento

Colocar un primer hilo a una distancia corta del borde del confinamiento y tomarlo como referencia para alinear la primera fila de adoquines.

Colocar un segundo hilo a 90° del primer hilo, para asegurarse de que el patrón de colocación no se pierda.

El espacio comprendido entre la línea del primer hilo y el confinamiento de borde, puede ser llenado con adoquines y cortes para ajustar si es necesario.

Cuando el pavimento tenga una línea guía, se deberá iniciar con esa línea guía y colocar los adoquines desde allí hacia los confinamientos, evitando colocar piezas de ajuste contra la línea guía. Se debe buscar en todo momento que las piezas a cada lado de la línea guía, sean piezas enteras o mitades, por lo que debe modularse el pavimento según la geometría (forma) de los adoquines que se vayan a colocar y se puede replantear la posición de la línea guía con respecto al ancho del pavimento.

Cuando se tengan interrupciones en el pavimento, como tragantes, cámaras de inspección, jardineras, brocales, etc., se deben colocar hilos alrededor de éstas, para asegurar que los adoquines conserven su alineamiento cuando se avance con el trabajo por ambos lados del obstáculo y se encuentren nuevamente al otro lado.

Una vez definido un frente de colocación, se debe verificar el alineamiento de los adoquines con al menos un hilo a lo largo e hilos transversales cada 2.5 metros. Los desajustes casi siempre se pueden corregir sin quitar los adoquines, corrigiéndolos con una cuchara, destornillador o barra pequeña, teniendo en cuenta de no dañar las piezas.

Secuencia de colocación

Para avanzar en la colocación en los tramos que se alejan de los hilos guía, los colocadores deben formar caminos sobre los adoquines ya colocados sin compactar y así transportar los materiales.

Dichos caminos pueden hacerse con tablas de madera que se colocan sobre los adoquines para facilitar el paso de las carretas que transportan el material y evitar que se presenten hundimientos antes de la compactación (ver figura 12).



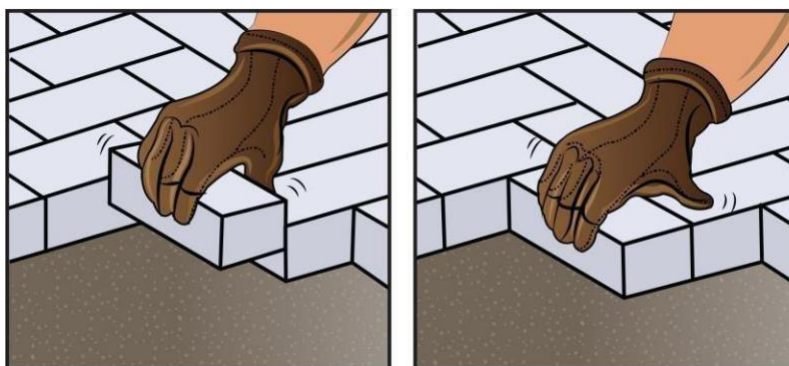
Figura 12. Colocación de los tramos del pavimento

Los adoquines deben colocarse sobre la cama de cemento de asiento directamente donde se ha previsto que irá la pieza y evitar asentar el adoquín primero y posteriormente arrastrarlo contra los adoquines vecinos ya que se arrastra y evitará que quede la junta requerida.

Se recomienda que el ajuste de los adoquines se realice con unos golpes laterales con un martillo de caucho cuando sea necesario cerrar un poco la junta o conservar el alineamiento horizontal; no es necesario ajustar los adoquines verticalmente con golpes.

Para la colocación en vías con pendiente pronunciada, se deben colocar los adoquines de abajo hacia arriba utilizando el método click and drop (golpear y soltar) (ver figura 13).

Figura 13. Método “click and drop” (golpear y soltar)



Juntas:

La junta entre cada elemento debe quedar lo más cerrada posible para que el pavimento funcione adecuadamente. Cada adoquín se debe tomar con la mano y sin asentarlos se debe recostar contra los adoquines vecinos de forma precisa donde se quiere colocar, después de ajustarlo contra los adoquines vecinos se desliza hacia abajo y se suelta cuando se ha asentado sobre la cama de cemento, a este método se le llama comúnmente “click and drop” (golpear y soltar) ver Figura 13, lo que significa colocarlos al tope, sin dejar juntas abiertas a propósito ya que debido a los separadores que tienen los adoquines se generan las juntas entre 2 mm y 3.5 mm promedio.

Si los adoquines no tienen elementos separadores se recomienda que las juntas no sean mayores de 5 mm.

10.1 COMPACTACIÓN INICIAL

Se entenderá como compactación inicial al procedimiento de dar por lo menos dos pasadas con el equipo de compactación adecuado (ver sección 6.1) desde diferentes direcciones, recorriendo toda el área del pavimento en una dirección antes de recorrerla en la dirección contraria, cuidando siempre traslapar cada recorrido con el anterior para evitar posibles escalonamientos (ver Figura 15). La compactación inicial debe realizarse tan pronto como sea posible después de haber colocado todos los adoquines enteros y piezas de ajuste para cumplir con el nivel del pavimento terminado.

Las funciones de la compactación inicial son:

- Enrasar la capa de adoquines para corregir cualquier irregularidad en su espesor y o durante la colocación
- Iniciar el llenado parcial de las juntas desde la cama de cemento de asiento hacia arriba y con ello el amarre de los adoquines.

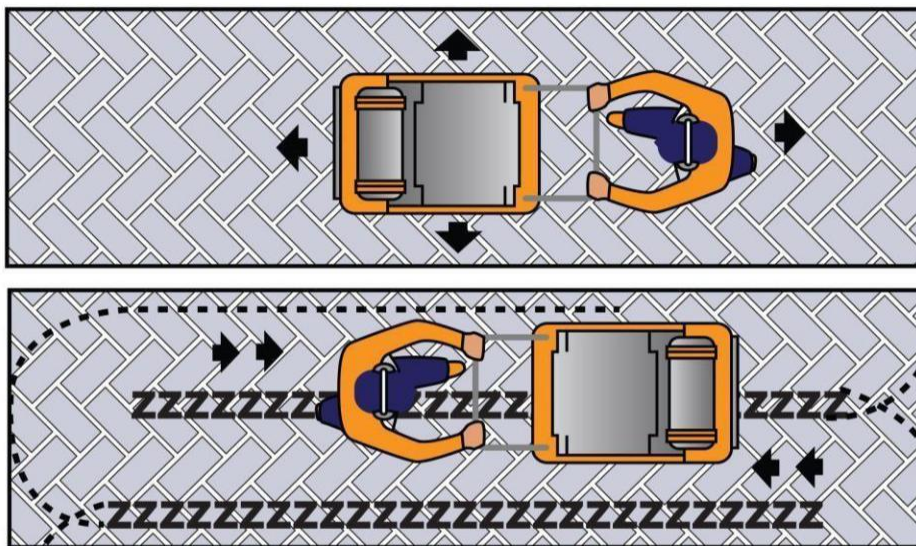


Figura 15. Procedimiento de compactación inicial

La compactación inicial y sellado del pavimento se debe realizar hasta un metro antes de los extremos no confinados del pavimento (ver figura 15). Como en los frentes de avances de la obra en la pavimentación de vías, esa franja que queda sin compactar se terminará con el tramo siguiente.

Después de la compactación inicial se deben retirar con la ayuda de dos cucharas, los adoquines que se hayan partido y se deben reemplazar con adoquines buenos. Esta labor se debe ejecutar en este momento, porque después del sellado de la junta y la compactación final, será muy difícil hacerlo.

10.2 COMPACTACION FINAL Y LIMPIEZA:

La compactación final proporciona firmeza al pavimento de adoquines, por lo que se debe poner especial cuidado en este proceso y tener presente que también el tránsito posterior sobre el pavimento continuará compactando y acomodando los adoquines, así como el sello de arena en las juntas.

La compactación final se realiza con el mismo equipo y de la misma manera que la

compactación inicial, pero con el barrido, simultaneo o alterno, del sello de cemento. Es muy importante verificar que no se acumule sobre los adoquines y que no se formen protuberancias que hagan hundir los adoquines al pasar el vibrocompactador sobre ellos (ver figura 17).



Figura 17. Sellado de juntas

Se deben dar como mínimo cuatro pasadas o las pasadas necesarias con el vibro compactador en diferentes direcciones cuidando siempre traslapar cada recorrido con el anterior para que los adoquines queden completamente firmes.

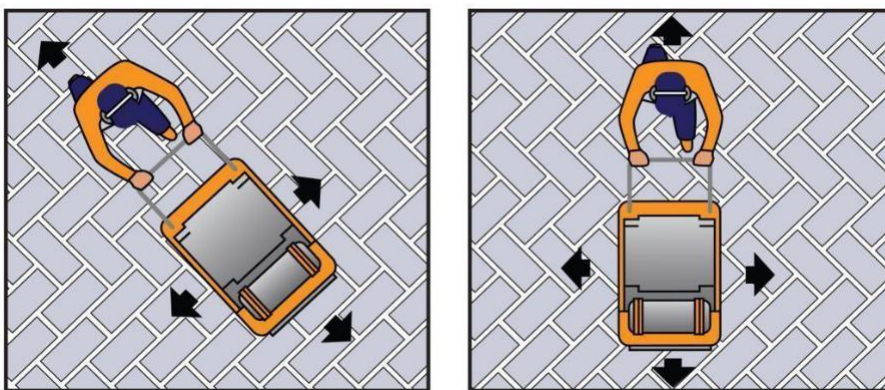


Figura 18. Compactación final

11. MANTENIMIENTO.

Es muy importante el cuidado de los pavimentos de adoquines y las entidades a cargo del mantenimiento deben aprender a identificar sus daños o problemas a tiempo para programar el mantenimiento requerido

11.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO

Limpieza - El uso de ácidos, cepillos de alambre o pulidoras, no está permitido, ya que estos elementos deterioran la superficie del concreto, afectando su durabilidad y color inicial. No se debe permitir el lavado del pavimento con chorro de agua a presión, dicho método puede desalojar material dentro de las juntas. Se recomienda el uso de manguera, como para el lavado de automóviles o regado de plantas, siempre y cuando no se traten de lavar las juntas con un chorro de agua.

Evitar abrasión - Garantizar que el entorno del pavimento no genere deterioro prematuro del mismo, como cuando se expone a acción abrasiva constante y así preservar la calidad del adoquín.

Cuidado de juntas - Para que funcionen bien, la junta entre adoquines debe permanecer llena.

Hundimiento - Si se hunde el pavimento por daños en redes de servicios o por zanjas mal compactadas, se deben retirar los adoquines en la zona del daño, por lo menos 40 cm a su alrededor, hacer la reparación y volver a construir la franja de pavimento. El área reparada debe quedar con el nivel arriba en 20 mm para vías vehiculares y 5 mm para peatonales en la base ya compactada para que al consolidarse la zona reparada quede al nivel del resto del pavimento.

Ondulaciones - Cuando se presenten ondulaciones en la superficie del pavimento puede ser indicio de que fue construido con una base insuficiente, de mala calidad o mal compactada. También puede indicar que el tránsito es muy alto y que el pavimento no fue diseñado ni construido para esas cargas. Se deberá investigar cual es la razón de las ondulaciones y efectuar una reparación completa.

12. PRESUPUESTO

El siguiente presupuesto hace referencia a la instalación de un pavimento adoquinado.

PRESUPUESTO PAVIMENTO ECOLOGICO					
ITEM	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	V/ UNITARIO	VALOR TOTAL
1	REALIZAR OBRAS PRELIMINARES	ML	6,000	\$ 13,400	\$ 81,240,270
2	REALIZAR MOVIMIENTO DE TIERRAS	M3	12,000	\$ 374,000	\$ 3,840,270,000
3	TERRENO NATURAL REGULARIZADO Y COMPACTADO ; BASE DE E= 25 CM Y SUB-BASE E= 25	M3	500	\$ 2,240,536	\$ 3,199,344,000
4	LOSA DE HORMIGÓN DE 25 CM DE ESPESOR (PSI 4500) CON ARMADURA.	M3	1500	\$ 525,900	\$ 627,714,000
5	CAPA DE MORTERO DE 4 CM DOSIFICACIÓN 1:4 FLUIDO Y AMASADO.	M3	240	\$ 334,900	\$ 124,680,000
6	LECHADA DE CEMENTO DE 5 MM ESPESOR DOSIFICACION 1:4 FLUIDO.	M3	30	\$ 329,900	\$ 36,330,000
7	PAVIMENTO DE ADOQUÍN CUALQUIER TAMAÑO Y 8 CM DE ESPESOR MÍNIMO.	UN	123000	\$ 285,782	\$ 1,109,706,782
8	LIMPIEZA EN FRESCO CON AGUA DE LA SUPERFICIE DEL ADOQUÍN MANCHADO POR LECHADA SOBRANTE.	M2	6000	\$ 278,782	\$ 3,300,000
9	EXTENDIDO DE CAPA DE ARENA LAVADA DEJÁNDOLA HASTA FINAL DE OBRA.	M2	600	\$ 360,082	\$ 52,680,000
10	FINALMENTE BARRIDO UNA VEZ ACABADA LA OBRA Y LIMPIEZA CON AGUA.	M2	6000	\$ 170,782	\$ 2,220,000
11	CONSTRUIR OBRAS DE DRENAJE CUNETA REVESTIDA EN CONCRETO MP-40 "	M3	50	\$ 624,291	\$ 108,329,100
12	INSTALAR SEÑALIZACIÓN VIAL	M2	6000	\$ 457,000	\$ 23,400,000
13	DESARROLLAR LA INTERVENTORÍA DEL PROYECTO				\$ 210,000,000
14	MANO DE OBRA				\$ 745,000,000
Total de la obra					\$ 10,164,214,152

ANALISIS DE PRECISO UNITARIOS APU

CÓDIGO:	ANALISIS UNITARIOS	FECHA DE CREACIÓN:	FECHA	VERSIÓN: 1	
1			18-02-20		
B. DATOS ESPECÍFICOS					
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
DESCRIPCION		UN	CANTIDAD		
REALIZAR OBRAS PRELIMINARES		M2	6,000		
Item	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
1. EQUIPO					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Estación electrónica, con cartera		5	6,000	\$ 6,500	\$ 39,000,000
Nivel de precisión		5	6,000	\$ 4,500	\$ 27,000,000
Herramienta menor					
SUBTOTAL				\$	66,000,000
2. MATERIALES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Estacas		5	6,000	\$ 300	\$ 1,800,000
Pinturas		5	6,000	\$ 900	\$ 5,400,000
Testigos		5	6,000	\$ 750	\$ 4,500,000
Cinta métrica.		5	6,000	\$ 500	\$ 3,000,000
SUBTOTAL				\$	14,700,000
3. TRANSPORTES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
VOLQUETA - RETIRO DE 5KM		M3	6,000	\$ 90.000	\$ 540,000
SUBTOTAL				\$	540,000
4. MANO DE OBRA					
Trabajador		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Total
AYUDANTE (1)		5	6,000	\$ 54.000	\$ 270.000
SUBTOTAL				\$	270.000
TOTAL COSTO DIRECTO				\$	81,240,270

CÓDIGO:	ANALISIS UNITARIOS	FECHA DE CREACIÓN:	FECHA	VERSIÓN: 2	
2			18-02-20		
B. DATOS ESPECÍFICOS					
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
DESCRIPCION		UN	CANTIDAD		
REALIZAR MOVIMIENTO DE TIERRAS		M3	12,000		
Item	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
1. EQUIPO					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Retro- excavadora		10	12,000	\$ 240,000	\$ 2,880,000,000
					0
				\$	-
SUBTOTAL					\$ 2,880,000,000
2. MATERIALES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
		10			\$ -
					\$ -
					\$ -
SUBTOTAL					\$ -
3. TRANSPORTES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
VOLQUETA - RETIRO DE 5KM		M3	12,000	\$ 80,000	\$ 960,000,000
		10			\$ -
SUBTOTAL					\$ 960,000,000
4. MANO DE OBRA					
Trabajador		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Total
AYUDANTE (1)		5	12,000	\$ 54,000	\$ 270,000.000
SUBTOTAL					\$ 270,000.000
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 3,840,270,000

CÓDIGO:	ANÁLISIS UNITARIOS	FECHA DE CREACIÓN:	FECHA	VERSIÓN: 3	
3			18-02-20		
B. DATOS ESPECÍFICOS					
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
DESCRIPCION		UN	CANTIDAD		
TERRENO NATURAL REGULARIZADO Y COMPACTADO ; BASE DE E= 25 CM Y SUB-BASE E= 25		M3	1,500		
Item	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
1. EQUIPO					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Motoniveladora		5	1,500	\$ 1,400,000	2,100,000,000
vibrocompactador		5	1,500	\$ 512,536	768,804,000
				\$	-
SUBTOTAL				\$	2,868,804,000
2. MATERIALES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
MATAERIAL DE BASE - RECEBO B-200		5	1,500	\$ 65,000	97,500,000
MATAERIAL DE SUB-BASE - RECEBO B-600		5	1,500	\$ 75,000	\$ 112,500,000
AGUA				\$	-
SUBTOTAL				\$	210,000,000
3. TRANSPORTES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
VOLQUETA MOVILIZACION DE MATERIAL		5	1,500	\$ 80,000	\$ 120,000,000
				\$	-
SUBTOTAL				\$	120,000,000
4. MANO DE OBRA					
Trabajador		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Total
OFICIAL (1)		5		\$ 54,000	270,000
AYUDANTE (1)		5		\$ 54,000	270,000
SUBTOTAL				\$	540,000
TOTAL COSTO DIRECTO				\$	3,199,344,000

CÓDIGO:	ANÁLISIS UNITARIOS	FECHA DE CREACIÓN:	FECHA	VERSIÓN: 4	
4			18-02-20		
B. DATOS ESPECÍFICOS					
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
DESCRIPCION		UN	CANTIDAD		
LOSA DE HORMIGÓN DE 25 CM DE ESPESOR (PSI 4500) CON ARMADURA.		M3	1,500		
Item	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
1. EQUIPO					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
vibrador de concreto		8	1,500	\$ 33,900	50,850,000
					\$ -
SUBTOTAL				\$	50,850,000
2. MATERIALES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
concreto premezclado PSI 4500 incluyendo transporte y hierro		8	1,500	\$ 384,000	576,000,000
					\$ -
					\$ -
SUBTOTAL				\$	576,000,000
3. TRANSPORTES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
					\$ -
					\$ -
SUBTOTAL				\$	-
4. MANO DE OBRA					
Trabajador		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Total
OFICIAL		8		\$ 54,000	432,000
AYUDANTE (1)		8		\$ 54,000	432,000
SUBTOTAL				\$	864,000
TOTAL COSTO DIRECTO				\$	627,714,000

CÓDIGO:	ANÁLISIS UNITARIOS	FECHA DE CREACIÓN:	FECHA	VERSIÓN: 4	
4			18-02-20		
B. DATOS ESPECÍFICOS					
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
DESCRIPCION		UN	CANTIDAD		
LOSA DE HORMIGÓN DE 25 CM DE ESPESOR (PSI 4500) CON ARMADURA.		M3	1,500		
Item	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
1. EQUIPO					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
vibrador de concreto		8	1,500	\$ 33,900	50,850,000
					\$ -
SUBTOTAL				\$	50,850,000
2. MATERIALES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
concreto premezclado PSI 4500 incuyendo transporte y hierro		8	1,500	\$ 384,000	576,000,000
					\$ -
					\$ -
SUBTOTAL				\$	576,000,000
3. TRANSPORTES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
					\$ -
					\$ -
SUBTOTAL				\$	-
4. MANO DE OBRA					
Trabajador		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Total
OFICIAL		8		\$ 54,000	432,000
AYUDANTE (1)		8		\$ 54,000	432,000
SUBTOTAL				\$	864,000
TOTAL COSTO DIRECTO				\$	627,714,000

CÓDIGO:	ANÁLISIS UNITARIOS	FECHA DE CREACIÓN:	FECHA	VERSIÓN: 5	
5			18-02-20		
B. DATOS ESPECÍFICOS					
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
DESCRIPCION		UN	CANTIDAD		
CAPA DE MORTERO DE 4 CM DOSIFICACIÓN 1:4 FLUIDO Y AMASADO.		M3	1,500		
Item	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
1. EQUIPO					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
mezcladora		10	2,400	\$ 33,900	81,360,000
					\$ -
SUBTOTAL				\$	81,360,000
2. MATERIALES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
mortero incluye transporte		10	300	\$ 139,000	41,700,000
					\$ -
SUBTOTAL				\$	41,700,000
3. TRANSPORTES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
					\$ -
					\$ -
SUBTOTAL				\$	-
4. MANO DE OBRA					
Trabajador		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Total
OFICIAL		10		\$ 54,000	540,000
AYUDANTE (2)		10		\$ 108,000	1,080,000
SUBTOTAL				\$	1,620,000
TOTAL COSTO DIRECTO				\$	124,680,000

CÓDIGO:	ANALISIS	FECHA DE	FECHA	VERSIÓN: 6	
6	UNITARIOS	CREACIÓN:	18-02-20		
B. DATOS ESPECÍFICOS					
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
DESCRIPCION		UN	CANTIDAD		
LECHADA DE CEMENTO DE 5 MM ESPESOR DOSIFICACION 1:4 FLUIDO.		UN	300		
Item	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
1. EQUIPO					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
mezcladora		8	300	\$ 33,900	10,170,000
					\$ -
SUBTOTAL				\$	10,170,000
2. MATERIALES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
cemento y agua		8	300	\$ 80,000	24,000,000
					\$ -
SUBTOTAL				\$	24,000,000
3. TRANSPORTES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
					\$ -
					\$ -
SUBTOTAL				\$	-
4. MANO DE OBRA					
Trabajador		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Total
OFICIAL		10		\$ 54,000	540,000
AYUDANTE (3)		10		\$ 162,000	1,620,000
SUBTOTAL				\$	2,160,000
TOTAL COSTO DIRECTO				\$	36,330,000

CÓDIGO:	ANÁLISIS UNITARIOS	FECHA DE CREACIÓN:	FECHA	VERSIÓN: 7	
7			18-02-20		
B. DATOS ESPECÍFICOS					
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
DESCRIPCION		UN	CANTIDAD		
PAVIMENTO DE ADOQUÍN CUALQUIER TAMAÑO Y 8 CM DE ESPESOR MÍNIMO.		UN	123,000		
Item	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
1. EQUIPO					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
herramienta menor		15		\$ 6,782	6,782
				\$	-
SUBTOTAL				\$	6,782
2. MATERIALES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
adoquin + transporte		15	123,000	\$ 9,000	1,107,000,000
				\$	-
SUBTOTAL				\$	1,107,000,000
3. TRANSPORTES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
					\$ -
					\$ -
SUBTOTAL				\$	-
4. MANO DE OBRA					
Trabajador		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Total
OFICIAL		10		\$ 54,000	540,000
AYUDANTE (4)		10		\$ 216,000	2,160,000
SUBTOTAL				\$	2,700,000
TOTAL COSTO DIRECTO				\$	1,109,706,782

CÓDIGO:	ANÁLISIS UNITARIOS	FECHA DE CREACIÓN:	FECHA	VERSIÓN: 8	
8			18-02-20		
B. DATOS ESPECÍFICOS					
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
DESCRIPCION			UN	CANTIDAD	
LIMPIEZA EN FRESCO CON AGUA DE LA SUPERFICIE DEL ADOQUÍN MANCHADO POR LECHADA SOBRANTE.			Lts		
Item	Descripción		U.M.	Cantidad	Fecha
1. EQUIPO					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
herramienta menor		4		\$ 6,782	-
					\$ -
SUBTOTAL				\$	-
2. MATERIALES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
agua		4	300	\$ 2,000	600,000
					\$ -
SUBTOTAL				\$	600,000
3. TRANSPORTES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
					\$ -
					\$ -
SUBTOTAL				\$	-
4. MANO DE OBRA					
Trabajador		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Total
OFICIAL		10		\$ 54,000	540,000
AYUDANTE (4)		10		\$ 216,000	2,160,000
SUBTOTAL				\$	2,700,000
TOTAL COSTO DIRECTO				\$	3,300,000

CÓDIGO:	ANÁLISIS UNITARIOS	FECHA DE CREACIÓN:	FECHA	VERSIÓN:9	
9			18-02-20		
B. DATOS ESPECÍFICOS					
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
DESCRIPCION		UN	CANTIDAD		
EXTENDIDO DE CAPA DE ARENA LAVADA DEJÁNDOLA HASTA FINAL DE OBRA.		M3	300		
Item	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
1. EQUIPO					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
herramienta menor		5		\$ 6,782	-
					\$ -
SUBTOTAL				\$ -	
2. MATERIALES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
arena+ transporte		5	600	\$ 83,300	49,980,000
					\$ -
SUBTOTAL				\$ 49,980,000	
3. TRANSPORTES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
		10			\$ -
					\$ -
SUBTOTAL				\$ -	
4. MANO DE OBRA					
Trabajador		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Total
OFICIAL		10		\$ 54,000	540,000
AYUDANTE (4)		10		\$ 216,000	2,160,000
SUBTOTAL				\$ 2,700,000	
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 52,680,000	

CÓDIGO:	ANÁLISIS UNITARIOS	FECHA DE CREACIÓN:	FECHA	VERSIÓN:10	
10			18-02-20		
B. DATOS ESPECÍFICOS					
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
DESCRIPCION		UN	CANTIDAD		
FINALMENTE BARRIDO UNA VEZ ACABADA LA OBRA Y LIMPIEZA CON AGUA.		M3	300		
Item	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
1. EQUIPO					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
herramienta menor		5		\$ 6,782	-
					\$ -
SUBTOTAL				\$	-
2. MATERIALES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
agua		5	300	\$ 2,000	600,000
					\$ -
SUBTOTAL				\$	600,000
3. TRANSPORTES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
		10			\$ -
					\$ -
SUBTOTAL				\$	-
4. MANO DE OBRA					
Trabajador		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Total
OFICIAL		10		\$ 54,000	540,000
AYUDANTE (2)		10		\$ 108,000	1,080,000
SUBTOTAL				\$	1,620,000
TOTAL COSTO DIRECTO				\$	2,220,000

CÓDIGO:	ANÁLISIS UNITARIOS	FECHA DE CREACIÓN:	FECHA	VERSIÓN:11	
11			18-02-20		
B. DATOS ESPECÍFICOS					
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
DESCRIPCION		UN	CANTIDAD		
CONSTRUIR OBRAS DE DRENAJE " CUNETA REVESTIDA EN CONCRETO MR=40 "		M3	300		
Item	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
1. EQUIPO					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
herremienta menor		10	300	\$ 67,000	20,100,000
					\$ -
SUBTOTAL				\$	20,100,000
2. MATERIALES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
cemento		10	300	\$ 284,000	85,200,000
cuneta prefabricada de concreto tipo v de (0,8*0,3*0,22)		10	100	\$ 3,291	\$ 329,100
					\$ -
SUBTOTAL				\$	85,529,100
3. TRANSPORTES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
		10			\$ -
					\$ -
SUBTOTAL				\$	-
4. MANO DE OBRA					
Trabajador		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Total
OFICIAL		10		\$ 54,000	540,000
AYUDANTE (4)		10		\$ 216,000	2,160,000
SUBTOTAL				\$	2,700,000
TOTAL COSTO DIRECTO				\$	108,329,100

CÓDIGO:	ANALISIS UNITARIOS	FECHA DE CREACIÓN:	FECHA	VERSIÓN:12	
12			18-02-20		
B. DATOS ESPECÍFICOS					
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
DESCRIPCION		UN	CANTIDAD		
INSTALAR SEÑALIZACIÓN VIAL		galones	2,000		
Item	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
1. EQUIPO					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
herremienta menor		5	300	\$ 67,000	20,100,000
				\$	-
SUBTOTAL				\$	20,100,000
2. MATERIALES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
pintura para vias		5	5		600,000
				\$	-
SUBTOTAL				\$	600,000
3. TRANSPORTES					
Descripción		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
		10			
				\$	-
SUBTOTAL				\$	-
4. MANO DE OBRA					
Trabajador		UN/ DIAS	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Total
OFICIAL		10		\$ 54,000	540,000
AYUDANTE (4)		10		\$ 216,000	2,160,000
SUBTOTAL				\$	2,700,000
TOTAL COSTO DIRECTO				\$	23,400,000

13. CRONOGRAMA

			MES 1				MES 2				MES3				MES 4		
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	DURACION DE DIAS	PROCEDENCIA	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
Realizar obras preliminares	5																
Realizar movimiento de tierras	10	1															
Terreno natural regularizado y compactado	5	2															
Losa de hormigón de 20 a 25 cm de espesor H-200 con armadura.	8	3															
Capa de mortero de 3 a 4 cm dosificación 1:4 fluido y amasado.	10	4															
Lechada de cemento de 5 mm espesor.	8	5															
Pavimento de adoquín cualquier tamaño y 8 cm de espesor mínimo.	15	6															
Limpieza en fresco con agua de la superficie del adoquín manchado por lechada sobrante.	4	7															
Extendido de capa de arena lavada dejándola hasta final de obra.	5	8															
Finalmente barrido una vez acabada la obra y limpieza con agua.	5	9															
Construir obras de drenaje	10	10															
instalar señalización vial	5	11															
Desarrollar la interventoría del proyecto	90																

12. BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC IN-

TERNACIONAL). Norma Técnica Colombiana GTC 236 - Guía para la especificación, instalación, mantenimiento y reparación de pavimentos segmentados con prefabricados de concreto. P. 1-22. Bogotá, D.C., 2012. -- 22p.

MADRID MESA, Germán Guillermo. Diseño de pavimentos de adoquines de concreto para diferentes condiciones de tráfico. -- P.243-263. // En: SIMPOSIO COLOMBIANO SOBRE IN- GENIERÍA E PAVIMENTOS (11: 1997: Cartagena de Indias). Memorias. -- Santa Fe De Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1997. -- 885p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO. Diseño de espesores para pavimentos de adoquines de concreto. -- Medellín: ICPC, 1985. -- 8p. -- (ICPC, Notas Técnicas 4-19-184) -- (Londoño N., Cipriano A. y Madrid M., Germán G.).

INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO, Tr. Diseño de espesores de pavimentos de adoquines de concreto. -- P.23-28. // En: SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE PAVIMENTOS DE ADOQUINES DE CONCRETO (1998: Bogotá, Medellín, Cali).

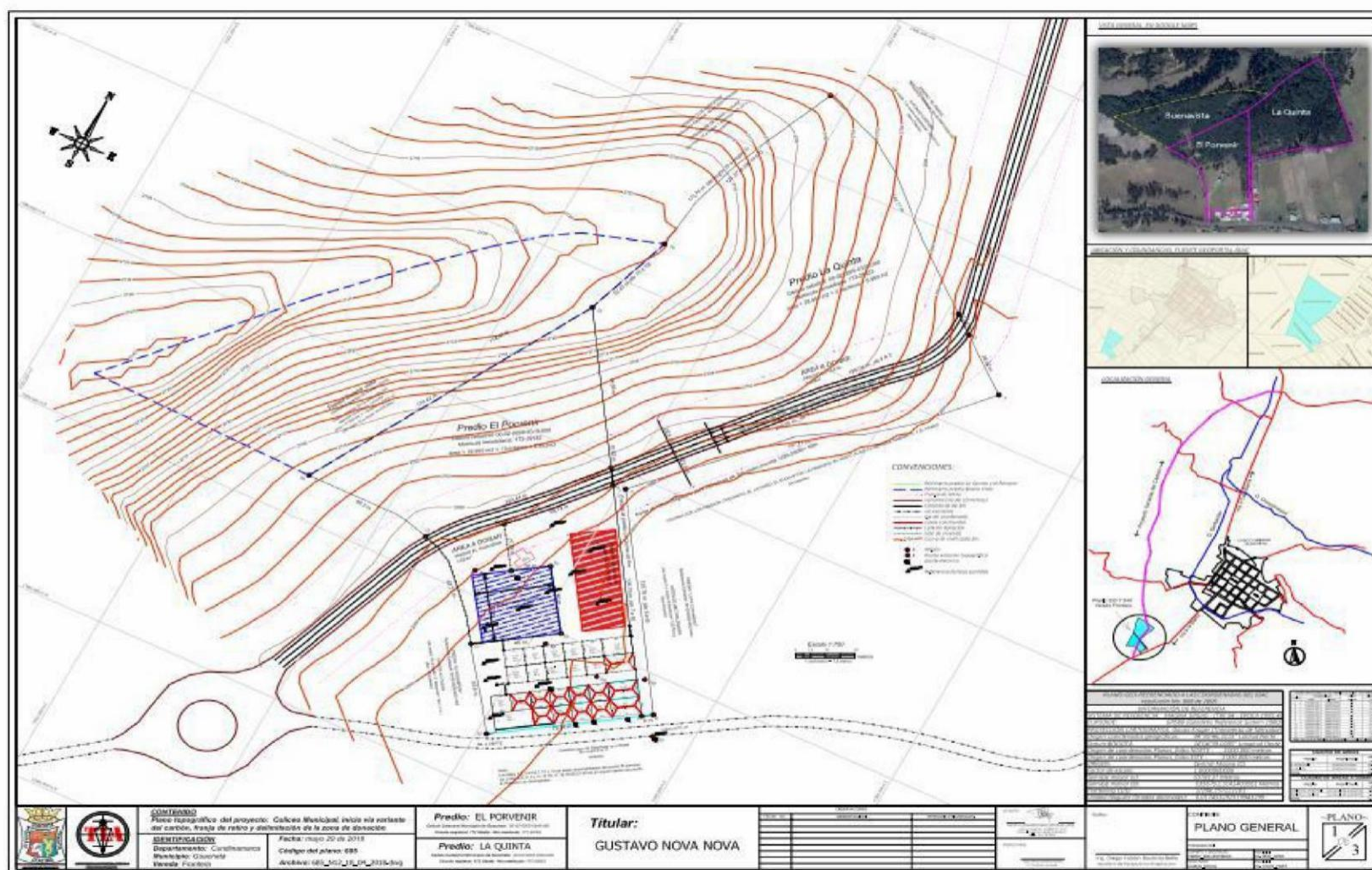
Memorias. -- Medellín: ICPC, 1988. -- 32p.

13. REFERENCIAS

Construcción de pavimento rígido en vías urbanas de bajo tránsito. (s.f.). Obtenido de <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/pavimento/PTpavimento.pdf>
Corredores Viales Estudio de Tráfico y Demanda Corredor 4. (24 de marzo de 2015). Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/ETD_v8%20\(C4\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/ETD_v8%20(C4).pdf)
GUACHETA CUNDINAMARCA. (s.f.). Obtenido de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5c23ab6489c34.pdf>
Guía de Instalación de Adoquines . (s.f.). Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/gua%20de%20instalacion%20adoquines%20iccg%20-%20octubre%202014-sitio%20web%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/gua%20de%20instalacion%20adoquines%20iccg%20-%20octubre%202014-sitio%20web%20(4).pdf)

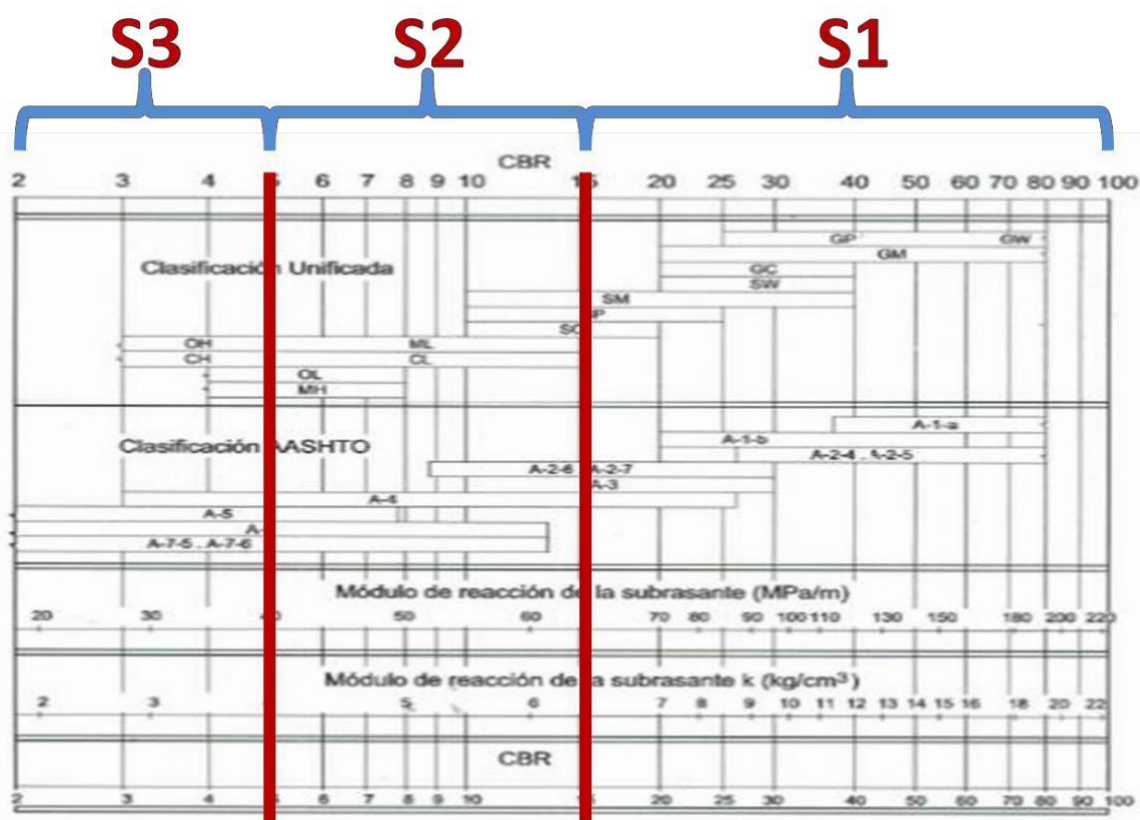
14. ANEXOS

- Anexo documento en PDF donde se muestra el plano general de la proyección de la variante del carbón.



ANEXO I

CUADRO DE CATEGORIZACIÓN DE SUELOS PARA PAVIMENTOS DE ADOQUÍN



ANEXO II

LISTA DE CHEQUEO PRELIMINAR

	Antes		Durante		Final	
Actividad						
Diseño de espesores de bases, subbases y superficie de las mismas	x					
Definición de % de compactación y responsable de la calidad de las bases y subbases (ver 4.1.2 , 4.1.3 y 6.2)	x					
Definición del método de corte y manejo ambiental	x					
Revisión de las características de los materiales de base y subbase (granulometría, fuente, disponibilidad y ensayos de compactación)	x		x			
Revisión de las características de los materiales de cama de cemento de asiento (granulometría, fuente, disponibilidad) (ver 4.1.4.1)	x		x			
Trazado, pendientes y geometría del pavimento	x					
Definición, localización, tamaño, características y construcción de los elementos ajenos al pavimento (Contenedores de raíces, cajas, acometidas, ingresos vehiculares, sumideros, etc.)	x					
Definición del patrón de colocación (modulación), detalles constructivos y colores	x					
Revisión de las características de los adoquines según la norma de producto COGUANOR NTG 41086 (ver 4.1.4.2)	x		x			
Verificación de niveles, pendientes y calidad de las bases o subbases compactadas (ver 6.2)	x		x			
Revisión de las estructuras de confinamiento del pavimento (bordillos, muros, sumideros, cunetas, jardineras, etc.) (ver 6.3)			x			
Verificación de los niveles de la superficie de rodadura.	x		x			
Verificar el asentamiento mediante el procedimiento de campo descrito de la cemento para cama de asiento (cada vez que se presente un cambio de fuente) (ver 6.2)	x		x			
Colocación de hilos y definición de arranque (ver 6.7.1 y 6.7.2)	x		x			
Definición de ajustes contra paramentos, postes, cajas y demás elementos ajenos al prefabricado (ver 6.7.2)	x					
Definir los ajustes al patrón de colocación (modulación) en los cambios de dirección del pavimento (ver 6.7.1 y 6.7.2)	x					
Elaboración de ajustes y cortes contra estructuras de confinamiento (ver 6.7.2.3)			x			
Entrega del pavimento					x	
Entrega de rutina de mantenimiento					x	