



DEJANDO HUELLA

Pavimentos a partir de plásticos de fácil adquisición

María Paula Marín Parra

Universidad el Bosque
Facultad de creación y comunicación
Bogotá D.C. Colombia
2019

DEJANDO HUELLA

Pavimentos a partir de plásticos de fácil adquisición

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Profesional en diseño industrial

Directores:

Arq.Ma.

Phd Carlos Jiménez Romera

Arq.Ma. Phd Fabio Enrique Forero

Línea de Investigación:

Hábitat social y materiales naturales y alternativos

Universidad el Bosque

Facultad de creación y comunicación

Bogotá D.C., Colombia

2019

Agradecimientos

Agradezco a Dios por guiarme en mi camino y por permitirme concluir con mi objetivo. A mis padres quienes son mi motor y mi mayor inspiración, que, a través de su amor, paciencia, buenos valores, me han ayudado a crecer.

A mi esposo por ser el apoyo incondicional me ayuda alcanzar mis objetivos y a mi hija que me motiva cada mañana a ser una mejor persona para que el día de mañana se sienta orgullosa de mí. Y por supuesto a mis lindas amigas Adriana Marcela Páez y Andrea Carolina Orozco, por permitirme concluir una etapa de mi vida con una amistad tan linda y sincera. Finalmente, gracias por la paciencia, orientación y guiarme en el desarrollo de esta investigación a mis tutores Carlos Jiménez y Fabio Forero.

Resumen

La contaminación y falta de concientización en el cuidado del medio ambiente en Colombia evidencian la necesidad de investigar y estudiar la viabilidad de realizar proyectos de materiales sostenibles. La construcción sostenible en Colombia es muy baja, casi nula debido al desconocimiento de esto

. Gracias a que nuestro país no es considerado un país gran contaminante en relación a otros, tiene un alto potencial para la construcción sostenible; diferentes organismos internacionales se han mostrado interesados en ampliar ese tema y financiar este tipo de construcción, haciendo especial énfasis en la vivienda de interés social.

Es por esto que este proyecto está enfocado a los pisos de un centro comunitario y cultural ubicado en Ciudad Bolívar en el barrio El Guabal, en el cual se evidencia el desarrollo de pisos en HDPE, la reglamentación establecida en el país para los adoquines y las baldosas, la dinámica tanto de la producción nacional y mercadeo de estos. Se realizó la revisión de fuentes secundarias, analizando documentos de empresas nacionales e internacionales tanto públicas como privadas especializadas en el tema. Se concluye que la producción de pisos en HDPE es viable, tiene una larga duración, fácil adquisición del material y con un simple proceso de producción.

Abstract

Pollution and lack of awareness in environmental care in Colombia show the need to investigate and study the feasibility of carrying out sustainable materials projects.

Sustainable construction in Colombia is very low, almost nil due to ignorance of this. The demand for these types of projects is very low, almost nil, due to the lack of knowledge about the subject, among other reasons. Because our country is not considered a major pollutant country in relation to others, it has a high potential for sustainable construction; Different international organizations have shown interest in broadening this issue and financing this type of construction, with special emphasis on social interest housing.

This is why this project is focused on the floors of a community and cultural center located in Ciudad Bolívar in the El Guabal neighborhood, which demonstrates the development of floors in HDPE, the regulations established in the country for cobblestones and tiles, the dynamics of both national production and marketing of these. The review of secondary sources was carried out, analyzing documents of national and international companies, both public and private, specialized in the subject. It is concluded that the production of floors in HDPE is viable, has a long duration, easy acquisition of the material and with a simple production process.

Contenido

1. ANTECEDENTES	1
2. PROBLEMA	1
3. JUSTIFICACIÓN	2
4. OBJETIVOS.....	3
5. MARCO REFERENCIAL.....	4
5.1 Marco Ambiental	4
5.2 Marco Conceptual.....	8
5.3 Marco Normativo.....	24
5.4 Referentes.....	25
6. DESARROLLO DEL PRODUCTO	30
6.1 Obtención del plástico reciclado	30
6.2 Fabricación del molde.....	31
6.3 Fabricación de baldosas.....	31
6.4 Diseño de desarrollo de modulo de piso.....	32
6.5 Procedimiento para instalar baldosas y adoquines	33
7. RESULTADOS FINALES.....	41
7.1 Producto	41
7.2 Mercado	42
7.3 Costos	42

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1Barrio El Guabal	1
Ilustración 2Terrizo continuo	9
Ilustración 3Solución de césped	10
Ilustración 4Baldosas de caucho reciclado	15
Ilustración 5Tarima de madera reciclada.....	16
Ilustración 6Pavimento de polietileno reciclado.....	19
Ilustración 7Guía de reciclaje de Plásticos	
FUENTE: https://co.pinterest.com/pin/385268943120175300/?lp=true	22
Ilustración 8Duradeck FUENTE: https://www.aristegui.info/usos-y-ventajas-del-hdpe/	27
Ilustración 9Plataforma de perforación piso Mat FUENTE: https://www.aristegui.info/usos-y-ventajas-del-hdpe/	28
Ilustración 10Fibras naturales y placa de HDPE	29
Ilustración 11Pista de hielo.....	30
Ilustración 12Bordillo a FUENTE: file:///C:/Users/maria/Downloads/gua%20de%20instalacion%20adoquines%20iccg%20-%20octubre%202014-sitio%20web.pdf	36
Ilustración 13Bordillo b FUENTE: file:///C:/Users/maria/Downloads/gua%20de%20instalacion%20adoquines%20iccg%20-%20octubre%202014-sitio%20web.pdf	37
Ilustración 14Bordillo c FUENTE:file:///C:/Users/maria/Downloads/gua%20de%20instalacion%20adoquines%20iccg%20-%20octubre%202014-sitio%20web.pdf.....	37

Ilustración 15Bordillo d	
FUENTE:file:///C:/Users/maria/Downloads/gua%20de%20instalacion%20adoquines%20icc g%20-%20octubre%202014-sitio%20web.pdf.....	38
Ilustración 16Evolución Adoquines.....	41
Ilustración 17Adoquin casero FUENTE: propia.....	43
Ilustración 18Adoquin con maquinas.....	43

Contenido tablas

Tabla 1Tabla 1Costos Nacionales FUENTE: Propia.....	21
Tabla 2BALDOSA VS ADOQUÍN FUENTE: propia	33

1. ANTECEDENTES

1.1 Problemática Ciudad Bolívar- El Guabal

La comunidad de El Guabal está en un total abandono por las entidades del estado por su ubicación y que queda en las zonas montañosas de Ciudad Bolívar existe una privación de inversión por parte de la alcaldía. A pesar de que han hecho varias solicitudes al Distrito para que les resuelvan situaciones como las de pavimentar las vías de este, crear espacios peatonales, programas y proyectos urbanísticos, según ellos, no se ha recibido respuesta positiva. Gracias a este abandono El Guabal es rodeado por el barro, cuando es invierno, y el polvo, en tiempo de verano.



Ilustración 1 Barrio El Guabal

FUENTE: propia

2. PROBLEMA

2.1 Identificación

Se han venido realizando estudios e investigaciones sobre métodos y alternativas para la autoconstrucción de pavimentos peatonales, que permitan un uso y aprovechamiento de recursos naturales y nuevos materiales a menores costos, de forma que se logre un equilibrio económico,

técnico y ambiental; el fin de esto es poder llegar a proponer una solución que favorezcan el desarrollo del Centro de desarrollo y cultura en el barrio el Guabal donde se aplican tales soluciones, en forma sostenible.

2.2 Descripción

La idea es que de estos estudios surja una propuesta de la alternativa resultante y se haga la divulgación de tal conocimiento ya que en esta comunidad carecen los lugares peatonales, en este sentido, se debe buscar establecer y facilitar mecanismos, instrumentos y medios que permitan prever y disponer áreas cuyo potencial como futuro espacio público esté acorde a las necesidades de la comunidad El Guabal, generando una propuesta de pisos ecológica acorde al proceso de crecimiento y desarrollo de estos asentamientos, hacia la futura rehabilitación del espacio del barrio destinado para el Centro de Cultura Y Desarrollo El Guabal.

3. JUSTIFICACIÓN

AMBIENTAL: Ayudaría a alargar la vida útil al ayudar a la reutilización del HDPE, ya que, según la ONG ambientalista Greenpeace Colombia en Bogotá, la cifra alcanza las 7.500 toneladas al día, de las que solo se recicla un 15 % del plástico desechado.

-El proyecto permite optimizar el manejo de recursos plásticos (HDPE) reutilizables, pues se centra en el reciclaje y reprocesamiento del material en mal estado o que "han cumplido su ciclo de vida útil", mitigando así el impacto ambiental en cuanto a contaminación por basuras y desperdicios conllevando a un mejor desarrollo sostenible.

SOCIAL: En Ciudad Bolívar hay 11 asociaciones recicladoras, de las cuales cada una cuenta con más de 100 recuperadores ambientales.

ECONÓMICO: Al ser muchas las familias que se dedican a la recolección y reciclaje de materiales se generaría una nueva unidad de negocio, la cual desarrollaría un buen retorno y un modelo de negocio para los habitantes de El Guabal.

TECNOLÓGICO: Al ser este material tan fácil de manipular, no toxico y transformable la comunidad podrá autofabricar este tipo de pavimento.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Desarrollar un modelo de baldosa, por medio de polietileno de Alta densidad (HDPE) reciclado que ayuden a optimizar los recursos para obtener un menor costo, se pueda autofabricar y cumpla con los requerimientos establecidos por la comunidad de El Guabal.

4.2 Objetivos Específicos

- Identificar el estado actual del espacio público y los requerimientos que debe tener el producto para la comunidad El Guabal.
- Realizar un análisis que indique las características de los productos y los diferentes requerimientos necesarios para su fabricación a partir de los materiales que componen los adoquines que se encuentren en el mercado.

- Desarrollar una propuesta innovadora de adoquines por medio procesos especiales en los cuales se logre el máximo aprovechamiento de este a un bajo costo.

-Producir suelos amigables con el medio

ambiente, desarrollados a partir del reciclaje de materiales en desuso que generen un impacto social, sin necesidad de un proceso riguroso industrial.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 Marco Ambiental

Expertos: Contaminación de mares y ríos por plásticos es alarmante en Colombia

Colombia puede ser el mejor ejemplo de los daños que puede ocasionar la contaminación por residuos sintéticos en el entorno natural. En este país sudamericano se consumen 24 kilos de plástico por persona al año, se enfrenta a la posibilidad de padecer un "tsunami" ambiental por cuenta de la contaminación de mares y ríos con este material.

"El panorama es aterrador porque los lugares más preciados en el país, como manglares, mares y ríos, sufren una contaminación por plástico inmensa", indicó la directora de la ONG ambientalista Greenpeace Colombia, Silvia Gómez.

Generación excesiva de basura plástica

Del consumo per cápita que hacen los colombianos, precisó Gómez, "el 56 % es plástico de uso único" como pitillos, cubiertos, tapas de refresco o envases de jugo. De hecho, se ha establecido que el país genera unos 12 millones de toneladas de residuos sólidos al año y solo recicla el 17 %.

En el caso de Bogotá, la cifra alcanza las 7.500 toneladas al día, de las que se recicla un 15 %. Estos datos, señaló la vocera, "permiten establecer que se necesita lanzar una voz de alarma con respecto al verdadero tsunami de plástico que enfrentan sitios como las costas colombianas".

La preocupación de Greenpeace se acrecentó hace tres meses cuando varios de sus expertos realizaron un viaje por las costas Atlántica y Pacífica para establecer si Colombia está “ad portas” de una crisis por polución de plástico.

Daños irreparables

"Ha sido impactante lo que hemos visto porque el plástico está borrando la belleza de las costas", indicó. Para crear conciencia sobre la situación, Greenpeace Colombia lleva a cabo hoy una jornada en Bogotá en la que los asistentes recrean "un mar humano que lucha contra los plásticos que azotan al país" y realizan una marcha por la ciclovía.

Según la bióloga marina Sandra Bessudo, directora de la Fundación Malpelo, "es aterrador que en algunas áreas del Pacífico colombiano sea tanta la basura que hay que los niños no diferencian entre una planta natural y un plástico".

Para tratar de contrarrestar esta problemática Bessudo presentó en septiembre de este año la campaña #EsTiempodeActuar junto a representantes de la marca de relojería suiza TAG Heuer.

La iniciativa busca apoyar a los habitantes de Jurubirá, corregimiento del municipio de Nuquí, que hace parte del empobrecido departamento de Chocó, en el noroeste de Colombia, para que el plástico que les llega a través de ríos y el mar Pacífico sea aprovechado como fuente de ingresos mediante la recolección, compactación y posterior venta.

Repercusiones en la salud humana

En el mundo, las estimaciones para 2050 son alarmantes ya que se cree que habrá 12.000 millones de toneladas de desechos plásticos en entornos naturales. De hecho, el 10 % de todo plástico desechado en el planeta ingresa al mar y de ese porcentaje la mayor parte termina en el lecho marino.

Al analizar dicha realidad se ha podido determinar que las especies marinas son unas de las más afectadas por el consumo de plástico, especialmente las aves, tortugas, ballenas y delfines.

También, las personas de bajos ingresos económicos que viven cerca a mares y ríos se enfrentan a un mayor impacto en su salud al ingerir animales contaminados con este material. En el caso colombiano, precisó Silvia Gómez, "el 90 % de las playas de la costa Atlántica están contaminadas con microplástico", entendido como partículas de cinco milímetros de diámetro.

Además, entre los 20 ríos más contaminados del planeta con plástico figuran el Amazonas, en el puesto siete, y el Magdalena, la principal arteria fluvial del país, en el 15.

Alerta a nivel mundial

Precisamente, el gastroenterólogo Philipp Schwabl, de la Universidad Médica de Viena, reveló en octubre pasado los resultados de un estudio mediante el cual halló microplástico en el excremento de ocho personas provenientes de Finlandia, Italia, Japón, los Países Bajos, Polonia, Rusia, Reino Unido y Austria.

"La mayoría de los participantes bebieron líquidos de botellas de plástico, pero también fue común la ingesta de pescados y mariscos. Es altamente probable que la comida es contaminada con plásticos durante varias etapas del proceso de alimentos o como resultado del empaquetado", comentó Schwabl a periodistas.

Debido a todos los hallazgos anteriores Greenpeace lanzó la campaña "Colombia mejor sin plásticos", encaminada a recoger 80.000 firmas para que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible cumpla con la implementación del Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos e incluya en él la prohibición del plástico de uso único.

<https://www.elperiodico.com/es/medio-ambiente/20181112/contaminacion-mares-rios-plasticos-colombia-7141963>

5.2 Marco Conceptual

5.2.1 Pavimentos ecológicos con su función, proceso de fabricación y componentes

Como primera instancia se hizo la investigación de las diferentes opciones de pavimentos ecológicos y alternativos por su función y su proceso de fabricación que existen actualmente analizando los pro y contra de cada uno.

Tipos de Pavimentos Ecológicos

Existen diferentes razones para hacer suelos ecológicos y de fácil adquisición. Todas estas razones tienen en común el hecho de que de una manera u otra son amigables con el medio ambiente, ya sea contaminando menos o no afectando significativamente el entorno en el que son utilizados. Investigando encontré que existen 3 tipos:

5.2.2 Pavimentos ecológicos por su proceso de fabricación:

Terrizo continuo:



Ilustración 2 Terrizo continuo

FUENTE: Hormicolor HDE Pavimentos industriales

Se integra muy bien en el medio ambiente, porque su textura es absolutamente natural. Su aspecto final es como el de un suelo de tierra. Tiene un alto grado de resistencia para estabilizar superficies con pendientes de hasta un 20% de pendiente, y está compuesto principalmente por calcín de vidrio, reactivos y áridos. Uno de los ligantes utilizados es un cemento de vidrio que se consigue del micronizado de residuos, que, con los reactivos, agua y el árido que se desee, forma el pavimento terrizo.

Ventajas:

- Paisajes sostenibles sin alterar su forma natural.
- Buena capacidad de impermeabilización si se requiere.
- Conserva el aspecto rústico de los caminos y su color natural.
- Total integración en el entorno por el uso de materiales naturales.
- Alta resistencia al crecimiento de malas hierbas.

-No genera barro ni polvo.

Desventajas:

-Difícil adquisición de los materiales.

-Su mayor enemigo es el agua, causándole diferentes grados de erosión formando una degradación del suelo:

-La **erosión del arroyuelo** (es cuando se empieza a desarrollarse pequeños arroyos que va generando surcos en el mismo pavimento).

-La **erosión de láminas** (es el transporte de partículas del pavimento sueltas que circulan superficialmente).

- **erosión de cárcavas** (ocurre cuando el agua de escorrentía hace una pequeña balsa y fluye rápidamente en pequeños afluentes que se originan después de lluvias intensas o cuando la nieve empieza a deshacerse por la subida de temperaturas).

5.2.3 Pavimentos ecológicos por su funcionamiento / aplicación.



Ilustración 3 Solución de césped

Fuente: <http://vilssa.com/tipos-de-pavimentos-ecologicos>

Soluciones de Césped:

Placa 100% reciclable que permite reafirmar suelos de césped de manera natural, un excelente drenaje, protege de la erosión y la inundación y son capaces de resistir el paso de automóviles. Gracias a su diseño en la parte inferior de las placas las raíces pueden crecer tanto vertical como transversal favoreciendo la estabilización y sujeción del terreno. Tanto su peso como la facilidad de embalaje, abaratan el coste de transporte, almacenaje y colocación.

Ventajas:

- No necesita mantenimiento como el natural
- Lo podemos pisar y utilizar inmediatamente se haya instalado.
- No consume agua.
- Fácil instalación

Desventajas:

- Se calienta mucho porque absorbe mucho más calor
- No tiene buen drenaje.
- Difícil mantenimiento de un área específica ya que viene por rollos
- No se descompone, y lo que hace es convertirse en un material contaminante.

-Se carga de electricidad estática

Adoquines Verdes: Proveen una solución al problema de la permanente destrucción del espacio verde en áreas públicas, ya que su diseño permite que la grama crezca mientras provee una estabilidad estructural para casi la mayoría de tráfico. Así mismo ofrece un excelente control de la erosión y estabilización de sólidos en carreteras, canaletas de poco flujo y diques, estanques o reservorios donde no hay una acción extrema de olas.

Ventajas:

-Impacto ambiental positivo: prevención de inundaciones, reducción en el efecto isla de calor, recarga de acuíferos subterráneos

-Aumenta el filtrado y tratamiento del agua lluvia por medio de la retención de partículas en suspensión, como el fósforo, nitrógeno e hidrocarburos.

-Económico

Desventajas:

-Constante mantenimiento

-En época de sequía el césped puede secarse

- si no se tiene un buen césped genera lugares de barro

-Desplazamiento de suelo

5.2.4 Pavimentos permeables o porosos:

Son pavimentos a base de granulados de origen pétreo, adoquines sobre cama de arena, y en general todos aquellos pavimentos que permitan un intercambio entre el terreno y el exterior tanto de aire como agua. Estos se consideran mas ventajosos que los pavimentos impermeables. Existen opciones interesantes como utilizar áridos reciclados o materiales locales para su fabricación.

Ventajas:

- Todas las superficies son 100 % permeables.
- Reduce en forma notable la temperatura de las superficies.
- Es compatible con materiales usados para pavimentos para que se logren superficies permeables
- Sus bases y sistemas constructivos son más baratos que los de los pisos y pavimentos tradicionales, por lo que el costo por m2 instalado es más barato que el concreto hidráulico.
- Se puede mezclar en obra o en plantas de premezclado.

Desventajas:

- El pavimento poroso es muy sensible a la compactación del terreno, ya que puede verse reducida su capacidad de infiltración.
- Mantenimiento continuo

-Por su estructura porosa, pueden penetrar contaminantes que, de no ser retenidos, adsorbidos o reducidos, continúan transportándose a través del suelo contaminando las aguas subterráneas, por lo que debe evitarse su instalación en áreas contaminadas.

5.2.5 Pavimentos ecológicos por los materiales que lo componen.

Baldosas de Caucho Reciclado

Fabricado a partir de mezclas de caucho recuperado de neumáticos fuera de uso y aglomerado con ligante exento de CIFC , PCB, lindano y formaldehído. Posteriormente se moldea y retícula en prensas bajo presión y temperatura. Es un pavimento elástico, resistente a la compresión y flexible. Creado especialmente para exteriores por su cualidad antideslizante que reduce el riesgo de caídas. Recomendado para su uso en piscinas y zonas de juegos de agua. Las losetas y piezas de caucho reciclado, son productos ecológicos, en los cuales aproximadamente el 90 % de sus componentes son cauchos ya utilizados (neumáticos), los cuales son triturados y seleccionados para su posterior uso.



Ilustración 4 Baldosas de caucho reciclado

FUENTE: <http://vilssa.com/tipos-de-pavimentos-ecologicos>

Ventajas

- Amortigua los posibles impactos, evita deslizamientos y también posibilita el filtrado del agua que caiga sobre él. Existe la posibilidad de fabricación en distintos colores y espesores.
- Es un producto 100% reciclado
- La comunidad facilita la obtención de los neumáticos para la fabricación
- Se presta para el fácil cambio por unidad

Desventajas

- Difícil auto fabricación
- Dado que las baldosas recicladas son modulares, se pueden acumular residuos en las uniones.
- Aislamiento de materiales adicionales

¿Existe ya algún producto similar?

las baldosas de caucho reciclado con desechos industriales

¿Cómo es el proceso de fabricación de estas baldosas?

– Consiste, básicamente, en el molido del caucho a reciclar, y luego el aglomerado en prensa del material mezclado con un producto adhesivo, activado por presión y temperatura.

Tarima de Madera Reciclada: Fabricado mediante mezcla homogénea de serrín de madera y material reciclado de origen plástico, con superficie antideslizante. Esto permite la elaboración de materiales que combinan la versatilidad del plástico en cuanto a acabados, formas, colores, etc., y el atractivo visual, y de tacto de la madera.



Ilustración 5 Tarima de madera reciclada

FUENTE:<http://vilssa.com/tipos-de-pavimentos-ecologicos>



Ventajas

- Fácil instalación
- Facil adquisicion
- No se necesita de procesos industriales
- No se necesita aislarlo de otros materiales

Desventajas

- Durabilidad
- Resistencia a la intemperie
- Resistencia a impactos con cosas filosas o abrasivas
- Resistencia a la humedad

¿Existe ya algún producto similar?

La madera plástica también se le conoce como Wood Plástico Composite o WPC por sus siglas en inglés. La misma es fabricada a partir de la mezcla de madera y plásticos reciclados, en un proceso industrial con tecnología sofisticada

Para la elaboración de este material se puede utilizar una gran variedad de fibras naturales, entre las cuales están la fibra de coco, fibra de algodón, fibra de caña, fibra de bambú, cascara de arroz, fibra de trigo, aserrín, etc. Los componente plásticos utilizados puede ser de plásticos vírgenes nunca antes procesados o de plásticos reciclados o recuperados de otras industrias que se reciclan para darles un nuevo uso.

¿Cómo es el proceso de fabricación de estas tarimas?

– En este caso lo importante sería la restauración de estas.

Pavimento de Polietileno Reciclado: Está compuesto totalmente de polietileno (40% PEAD, 60% PEBD). El 85% del material empleado en la construcción del pavimento proviene de residuos urbanos, y el 15% restante, de residuos industriales.



Ilustración 6 Pavimento de polietileno reciclado

FUENTE: <http://vilssa.com/tipos-de-pavimentos-ecologicos>

Ventajas

- Fácil instalación, manejo, limpieza y desinfección
- Se presta para el fácil cambio por unidad
- Se fabrica con materiales reciclados, y por lo tanto es sustentable.
- No emite formaldehído ni otros gases peligrosos.

Desventajas

¿Cómo es el proceso de fabricación de esto?

Industrialmente:

Para empezar, las botellas usadas se compactan, formando bloques. Unas máquinas especiales los desmenuzan y producen fibras deshilachadas. Las hilachas resultantes son de diversos tonos de gris, que se separan de más claros a más oscuros.

Luego, las fibras se compactan de nuevo, para formar láminas de PET, que se enrollan. Las láminas pueden superponerse unas a otras y luego ser prensadas, para crear placas de PET reciclado, de diversos espesores. Las placas resultantes son rígidas y de espesor estable.

Autofabricación:

triturar el plástico, calentarlo y ponerlo en un molde. dejarlo enfriar.

5.2.6 Análisis del mercado colombiano (costos, materiales y peso)

Se analizo el mercado de adoquines y baldosas a nivel nacional por medio de la tienda HomeCenter.

NOMBRE	MATERIAL	PESO	PRECIO/UND
Adoquines Concreto Trafico Peatonal 	Cemento	2.6 Kg	\$1.000
Bloque Macizo Amarillo 	Cemento	2.6 Kg	\$1.300
Adoquin en concreto negro 	Concreto		\$1.275
Adoquin en concreto amarillo 	Concreto		\$1.275
Bloque 10NR60 Premodeado 	Cemento	10.5 Kg	\$2.900
Loseta de Cemento macizo 20x20cm 	Concreto	Espesor 6cm	\$2.300
Loseta de Cemento macizo 20x20cm 	Concreto	Espesor 6cm	\$2.300
Loseta de Cemento macizo 40x40cm 	Concreto	Espesor 6cm	\$7.800
Loseta de Cemento macizo 40x40cm 	Concreto	Espesor 6cm	\$7.800

Tabla 1Tabla 1Costos Nacionales FUENTE: Propia

5.2.7 CONCLUSIÓN

Después de hacer una extensa investigación y comparación se llegó a la conclusión de que polietileno de alta densidad era la mejor opción gracias a sus propiedades, su peso, resistencia y fácil adquisición.

Guía de Reciclaje de Plásticos



Botellas de bebida
Botellas de agua
Envases de aceite



Bolsas de supermercado
Implementos de aseo



Tubos y cañerías
Cables eléctricos
Envases de detergentes



Manteles, envases de crema y shampoo, bolsas para basura



Mamaderas
Tapas de botellas
Vasos no desechables
Contenedores de alimentos



Vasos, platos y cubiertos desechables
Envases de yogurt
Envases de helado
Envases de margarina



Teléfonos
Artículos médicos
Juguetes



Ilustración 7 Guía de reciclaje de Plásticos FUENTE: <https://co.pinterest.com/pin/385268943120175300/?lp=true>

5.2.8 CONSIDERACIONES QUE SE TOMARON EN CUENTA

1. Aplicación

Al elegir un material y un proceso de fabricación del producto, se debe asegurar que el material sea correspondiente con las características clave necesarias para su aplicación. Dependiendo del ciclo de vida del producto, se tendrá diferentes necesidades de durabilidad. Por ejemplo, un modelo conceptual puede necesitar reflejar la apariencia de un producto final, pero no necesariamente tiene que tener la misma durabilidad de un producto final.

Una vez que se haya determinado las necesidades de su aplicación, se filtrará el material disponible que cumplen estos requisitos

2. Estética

Con el paso del tiempo los materiales empleados han sufrido modificación y a su vez han surgido nuevas alternativas a los mismos, al escoger un material se debe dar muestra una referencia de la innovación del materiales empleado para su práctica y tener en cuenta las posibilidades que alberga cada material, limitantes y posibilidades no sólo constructivas, sino estéticas.

3. Función

El material se debe exponer a rigurosas pruebas con el fin de responder a los tipos de tensiones que puede soportar, el nivel de impacto en el medio ambiente, su permeabilidad y en este caso como es para uso peatonal si es anti deslizante o resbaladizo. Es importante conocer

características clave como la dureza ya que eso determinará el tipo de material que corresponderá con la función de la aplicación que se quiere dar.

4. Biocompatibilidad

El material debe tener una bio compatibilidad en cuanto a toxicidad, resistencia química y otros requerimientos que no afecten el estado de salud de los habitantes. Al elegir un material para el proyecto, es importante asegurarse de que el material pueda ofrecer lo que se necesita.

5.3 Marco Normativo

Requerimientos

En la clasificación de los adoquines, los que necesitamos se ubican en el grupo c.

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.

<https://www.idu.gov.co/web/content/7638/701-11.pdf>

Longitud: la longitud nominal (ln) de los adoquines no debe ser menor de 50 mm ni mayor de 250 mm.

Ancho: el ancho nominal (an) de los adoquines no debe ser menor de 50 mm.

Espesor: el espesor estándar (ee) de los adoquines no debe ser menor de 60 mm, y se prefieren dimensiones que sean múltiplos de 20 mm así: 60 mm, 80 mm y, en algunos casos, 100 mm.

5.4 Referentes

USOS DEL HDPE (*Usos y aplicaciones de las placas de polietileno de alta densidad*)

DuraDeck

Es un sistema de plataformas modulares fabricadas en polietileno de alta densidad (HDPE) con protección U.V (Ultra Violeta), con materia prima original, reutilizable y reciclable al final de su vida útil, este sistema es ensamblado con platinas metálicas sencillas y dobles de acuerdo a la configuración en campo. DuraDeck es ideal para locaciones móviles, pozos estratigráficos o de prueba, accesos difíciles, carreteras portátiles, zonas pantanosas, cruce de arroyos y otras aplicaciones constructivas. Reutilizable y recuperable.

Usos:

- Parqueaderos

-
- Carreteras Portátiles
 - Zonas de tracción vehicular
 - Locaciones móviles
 - Pozos estratigráficos
 - Accesos difíciles
 - Zonas pantanosas
 - Cruce de arroyos
 - Soporte equipos eléctricos

Césped esteras de protección de plástico paneles de plástico de HDPE camino Panel

La alfombrilla de plataforma HDPE es duradera, ligera y extremadamente fuerte. Las Esteras de plataforma HDPE están diseñadas para proporcionar protección del suelo y acceso sobre superficies blandas y proporcionarán una base de apoyo firme y tracción para numerosas actividades.

La estera de plataforma de HDPE se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, como sitio de construcción, campos de golf, utilidades,

Paisajismo, cuidado de árboles, cementerios, perforaciones, etc. y es genial evitar que los vehículos pesados se golpeen en el barro.



Ilustración 8Duradeck FUENTE:<https://www.aristegui.info/usos-y-ventajas-del-hdpe/>

Plataforma de perforación piso Mat HDPE placas de protección

Está diseñado para crear una carretera temporal de servicio medio o un acceso peatonal rápida y fácilmente. Desde caminos temporales para proyectos de reparación de servicios a distancia hasta accesorios para peatones para conciertos y festivales de música, SignaRoad proporciona un acceso temporal superior y protección del suelo para casi cualquier vehículo, con características de diseño avanzadas y un sistema de conexión fácil de usar.

Las alfombras de acceso HDPE y el sistema de protección de suelo temporal están diseñados para manejar todo tipo de equipos, incluyendo excavadoras, camiones, grúas y plataformas de perforación. ¡El polietileno de ultra alto peso molecular esteras con el espesor 40mm son increíblemente resistente y flexible el suelo alfombras son prácticamente indestructibles irrompible y upto150... 000kgs!

El rendimiento de la carga depende de las condiciones del suelo, así como del peso y los tipos de vehículos utilizados. Las Esteras de plástico UHMWPE para proteger el color/la forma/el tamaño del suelo se puede personalizar según la petición del cliente.



Ilustración 9Plataforma de perforación piso Mat FUENTE:<https://www.aristegui.info/usos-y-ventajas-del-hdpe/>

Fibras naturales y plástico HDPE antideslizante al aire libre wpc decking floor

Está hecho principalmente de fibras naturales y plástico. Añadido con algún Aditivo químico necesario, como antioxidante, estabilizador UV, lubricantes, pigmentos, etc., y producido por WPC profesional extruido bajo alta temperatura y presión, así que está perfectamente integrado las ventajas de la madera con el punto fuerte del plástico.



Ilustración 10Fibras naturales y placa de HDPE

FUENTE:<https://www.aristegui.info/usos-y-ventajas-del-hdpe/>

Construcción de Embarcaciones de HDPE

Las embarcaciones son fabricadas en tuberías de polietileno HDPE (High Density Expanded Polyethylene) de 400 mm y 500 mm de diámetro y placas de color negro de 17 mm de espesor para el casco y de 13 mm de espesor para el piso. Sobre el tubo de flotación de sobre borda va soldada una placa de 250 mm de alto.

Pista de hielo sintético panel/hdpe plástico patinaje piso, palo de hockey hielo

Es ideal para pistas de interior o exterior, arenas, proyectos comerciales o residenciales, incluyendo paneles, marco de acero, soporte triangular de acero, pasamanos y tornillos.



Ilustración 11 Pista de hielo

FUENTE: <https://www.aristegui.info/usos-y-ventajas-del-hdpe/>

6. DESARROLLO DEL PRODUCTO

6.1 Obtención del plástico reciclado

Existen dos opciones para obtener el HDPE

Compra de material:

-Plantas de reciclaje

En estos lugares se compra por kilos el plástico a un promedio de 500 a 800 pesos por kilo.

-Recicladores

Por este medio el plástico se obtiene hablando directamente con los recicladores que encontramos en las calles.

Obtención sin costo

-Reciclar en casa

Por este medio el plástico lo reciclaríamos cada uno de nosotros en casa, con ayuda también de vecinos, amigos y familiares.

-Ciudad Bolívar

En Ciudad Bolívar existen más de 100 familias que se dedican exclusivamente a el reciclaje haciendo de esto una excelente fuente de negocio.

-Minería urbana (Botaderos)

Este modo de obtención es el mejor ya que es gratis, encontraríamos una cantidad numerosa de estos y aparte ayudaríamos a reutilizar este material que se encuentra en botaderos dándoles un desarrollo sostenible.

6.2 Fabricación del molde

El molde no necesita muchos requerimientos, lo único que se debe tener en cuenta es que el molde tenga las medidas precisas que se quiere, un material en metal que resista altas temperaturas y una bandeja corrediza que se pueda retirar.

6.3 Fabricación de baldosas

1. Se preparan los insumos de plástico que se van a utilizar
2. Se cortan los insumos tratando de dejar la menor cantidad de curvas posibles
3. Se forra el molde de acero inoxidable con papel de cocina
4. Precalentar el horno a una temperatura de 220°C y poner la primera capa del material
5. Cada capa se debe dejar de 2 a 3 min. deritiéndose y se pone una sobre otra
6. Preparar un retaso de madera cortado a la medida del molde y se forra con papel de cocina
7. Colocar el retaso de madera dentro del molde, se prensa y se deja enfriar

8. Finalmente, desmoldar y limpiar las baldosas

6.4 Diseño de desarrollo de modulo de piso

El diseño debe ser de una forma cuyo diseño permita la colocación de piezas en forma continua y simétrica, es por esto que después de analizar las necesidades constructivas identificadas en el área en la cual se aplicaría el producto (senderos del centro cultural El Guabal) se llegó a la conclusión que el diseño y elaboración del sistema de “adoquín y baldosa estándar” basado en los reseñados que *“ hacen referencia a una regularidad o patrón de figuras que recubren o pavimenta completamente una superficie plana que cumple con dos requisitos:*

1. *Que no queden espacios.*
2. *Que no se superpongan las figuras.*

Los teselados se crean usando copias isométricas de una figura inicial, es decir, copias idénticas de una o diversas piezas o teselas con las cuales se componen figuras para recubrir enteramente una superficie.”

Cuando todos los polígonos de la teselación son regulares e iguales entre sí, se dice que la teselación es regular.

Adoquín vs Baldosa

ADOQUÍN VS BALDOSA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
ADOQUÍN 	-Resistencia a flexión -Encaje -Permite el paso del agua -No se levanta -Medidas pequeñas -Sencillo proceso constructivo -Mantenimiento simple -Dirección por medio de patrones -No requiere mano de obra especializada - Antideslizante	-Grosor -Mayor cantidad de adoquines -Costo
BALDOSA 	-Resistencia a flexión -Dimensiones -Poco espesor -Antideslizante -Sencillo proceso constructivo	-Mayor tamaño -Esquinas -Menor resistencia a la flexión - Señalización

Tabla 2BALDOSA VS ADOQUÍN FUENTE: propia

6.5 Procedimiento para instalar baldosas y adoquines

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 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 compactarlo quede el espesor requerido por el diseño.

La superficie debe quedar lo más uniforme posible, sin vacíos, para que la cama de arena de asiento no se introduzca entre estos. Se puede usar un poco de arena o suelo-cemento para emparejar las áreas más rugosas, pero estos rellenos se deben compactar antes de colocar la arena de asiento. 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 6 cm, con una cama de arena de asiento de 3 cm 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. Se recomienda hacer una prueba piloto ,en un área de 1 m² con el fin de establecer el rango de asentamiento de la arena de asiento. Esto definirá el espesor de arena a colocar en estado suelto. Todos los espesores anotados en esta guía de arena de asiento se refieren a su espesor final compactado.

CONFINAMIENTO

El confinamiento es parte fundamental del pavimento de adoquines, porque evita que el tránsito dañe la capa de rodadura que está unida debido a la compactación de todo el sistema. En esta guía se entenderá como confinamiento externo; al que rodea el pavimento, y confinamiento interno; al que rodea las estructuras que se encuentran dentro del pavimento. Es necesario construir tanto el confinamiento externo como el interno antes de colocar la cama de arena y los adoquines, de tal manera que ambos se coloquen dentro de una caja cuyo fondo será la base compactada y las paredes serán las estructuras de confinamiento. Cuando no se construye el confinamiento previo a la colocación de la cama de arena y los adoquines, se compromete toda la estructura del pavimento y podría colapsar.

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)

a) Bordillo sobre base respaldo blando

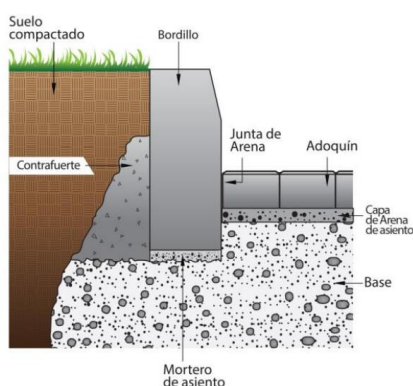


Ilustración 12Bordillo a FUENTE:

<file:///C:/Users/maria/Downloads/gua%20de%20instalacion%20adoquines%20iccg%20-%20octubre%202014-sitio%20web.pdf>

b) Bordillo sobre base, respaldo rígido

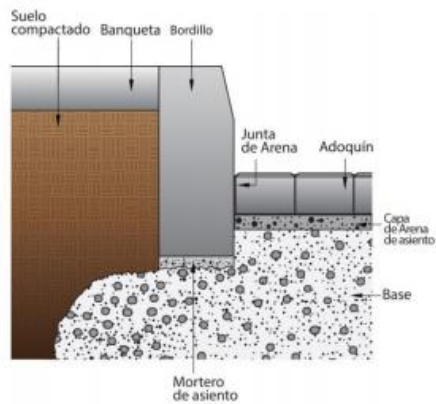


Ilustración 13Bordillo b FUENTE:

file:///C:/Users/maria/Downloads/gua%20de%20instalacion%20adoquines%20iccg%20-%20octubre%202014-sitio%20web.pdf

c) Bordillo sobre mortero, respaldo blando

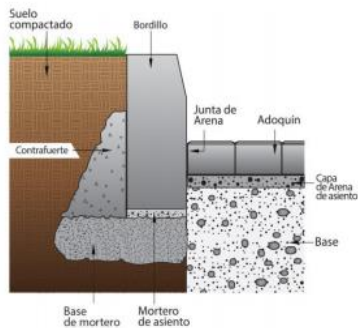


Ilustración 14Bordillo c FUENTE:file:///C:/Users/maria/Downloads/gua%20de%20instalacion%20adoquines%20iccg%20-%20octubre%202014-sitio%20web.pdf

d) Bordillo sobre mortero, respaldo rígido.

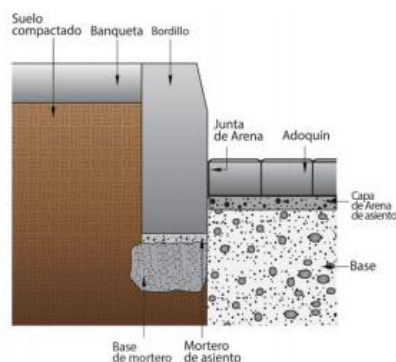


Ilustración 15Bordillo d

FUENTE:file:///C:/Users/maria/Downloads/gua%20de%20instalacion%20adoquines%20iccg%20-%20octubre%202014-sitio%20web.pdf

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 , 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 arena 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 de la arena. Estos drenes deberán colocarse en la parte baja de la cama de arena 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 arena, cubriendo la entrada del tubo con un parche de geotextil no tejido y así evitar la migración de la arena. 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 arena, a cada 400 mm y cubriendo la entrada del tubo con un parche de geotextil no tejido para evitar la migración de arena. 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. 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 ½ 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 geotextil, 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 arena-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.

7. RESULTADOS FINALES

7.1 Producto

Después de tantas pruebas aciertos y desaciertos este fue el resultado final, adoquines perfectamente compactos, lisos y resistentes.



Ilustración 16Evolución Adoquines

FUENTE: propia

7.2 Mercado

Este proyecto se hizo pensando en crearle una alternativa económica y sostenible a la comunidad de El Guabal es por esto que la técnica que se creo lo más casera y económica posible para así crearles un mini-mercado de compra y venta.

A lo largo de la investigación se evidencio que para una producción masiva y más pulida se necesitaría una prensa hidráulica y una trituradora de plástico que tienen las empresas de reciclaje que en Ciudad Bolívar son 11 (las cuales cuentan con más de 100 habitantes de Ciudad Bolívar) o una primera inversión de la comunidad de aproximadamente 3'000.000 de pesos.

7.2.1 Modelo de Negocio

- Coste de personal por especie

- Se paga a la persona con el producto

- Coste de personal por precio

- Se le paga un salario formal a el trabajador

(Pequeño mercado de compra y venta)

7.3 Costos

Casero: Papel de cocina (\$8000 x 100)

Plástico (800 x kg)

(UND 80 pesos) Total: 160 pesos

Horno Eléctrico: 550 pesos por hora.

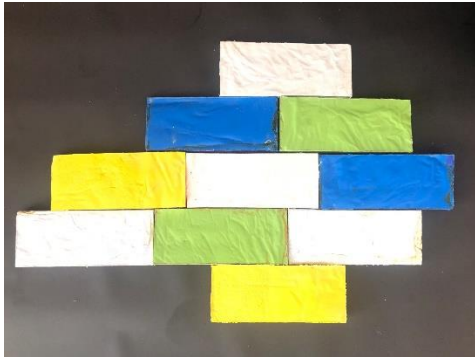


Ilustración 17 Adoquin casero *FUENTE: propia*

Industrializado:

Maquina granuladora: 2'500.000 en adelante

Prensa hidráulica: 314.000 en adelante

Molde bañado estaño: Aprox 150.000



Ilustración 18 Adoquin con maquinas

FUENTE: propia

Bibliografía

TIPOS DE PAVIMENTOS ECOLÓGICOS. (2012, 27 diciembre). Recuperado de <http://vilssa.com/tipos-de-pavimentos-ecologicos>

Asociaciones recicladoras de Ciudad Bolívar reciben subsidios para fortalecer su labor | Canal Capital. (s.f.-b). Recuperado 27 noviembre, 2019, de <https://www.canalcapital.gov.co/node/484>

EcuRed. (s.f.-a). Baldosa - EcuRed. Recuperado 27 noviembre, 2019, de <https://www.ecured.cu/Baldosa>

EcuRed. (s.f.-c). Adoquín - EcuRed. Recuperado de <https://www.ecured.cu/Adoqu%C3%ADn>

Fernandez, T. I. N. O. (2017, 11 abril). Para ser feliz en el trabajo debes tener vida fuera de la oficina. Recuperado de <https://www.expansion.com/emprendedores-empleo/desarrollo-carrera/2017/04/10/58ebc00de5fdeaf06a8b45ba.htm>

GUÍA DE INSTALACIÓN DE ADOQUINES. (s.f.). Recuperado de <file:///C:/Users/maria/Downloads/gua%20de%20instalacion%20adoquines%20iccg%20-%20octubre%202014-sitio%20web.pdf>

Homecenter.com.co. (s.f.). Recuperado de <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/>

IDU. (s.f.-b). PISOS ARTICULADOS EN ADOQUIN DE CONCRETO PARA SUPERFICIES DE TRÁNSITO PEATONAL Y VEHICULAR. Recuperado de <https://www.idu.gov.co/web/content/7638/701-11.pdf>

NAVARRO, F. (2015, 15 febrero). POLIGONOS QUE PUEDEN CUBRIR UN PLANO (TESELADOS).

TIPOS DE PAVIMENTOS ECOLÓGICOS. (2012, 27 diciembre). Recuperado de

USOS Y VENTAJAS DEL HDPE. (2015, 6 julio). Recuperado de <https://www.aristegui.info/usos-y-ventajas-del-hdpe/>
