

ELABORACIÓN DE LOSETA PARA USO EN FRANJAS PEATONALES DE ESPACIO
PÚBLICO A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO

FREDY EDUARDO SÁNCHEZ ALARCÓN
JUAN SEBASTIÁN ROJAS MORENO
FREDDY ALEXANDER JEREZ RODRÍGUEZ



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
PROGRAMA TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS
BOGOTÁ D.C. Noviembre 2016

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

ELABORACIÓN DE LOSETA PARA USO EN FRANJAS PEATONALES DE ESPACIO
PÚBLICO A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO

Presentado para optar al Título de
Tecnólogo en Construcciones Arquitectónicas

Coordinador Programa Tecnología en Construcciones Arquitectónicas PTCA
ARQUITECTO NELSON RICARDO CIFUENTES VILLALOBOS

Docente Proyecto de Grado
INGENIERO ESP. MING. CESAR DAVID QUINTANA CABEZA



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
PROGRAMA TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS
BOGOTÁ D.C. Noviembre 2016

Tabla de contenido

RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
JUSTIFICACIÓN	12
OBJETIVO	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
MARCOS DE REFERENCIA.....	14
MARCO TEÓRICO	14
<i>Antecedentes</i>	20
MARCO CONCEPTUAL	21
MARCO LEGAL	23
METODOLOGÍA.....	25
ELABORACIÓN DE LA LOSETA.....	25
<i>Elaboración de maquina</i>	26
<i>Molde</i>	27
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES.....	28
<i>Granulometría del caucho</i>	28
<i>Preparación y elaboración de la loseta</i>	29
ELABORACIÓN DE TRAMO DE COMPARACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS	35
ENSAYOS	40
ENSAYO DE COMPRESIÓN Y PUNZONAMIENTO	40
ENSAYO DE FLEXO TRACCIÓN	43
ENSAYO DE ABSORCIÓN	45
ANÁLISIS Y RESULTADOS	47
<i>Análisis presupuestal</i>	47
<i>Análisis medio ambiental</i>	50
<i>Análisis y resultados de la competencia</i>	51
REFERENCIAS.....	51
ANEXOS	54

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1: Asfalto Modificado con GCR. Fuente: (PubliMotos, 2016).**Error! Marcador no definido.**

Ilustración 2: Pisos decorativos para parques. Fuente: (Ecoarea, "016).....	20
Ilustración 3: Pistas de Atletismo. Fuente: (Jampion, 2016).	20
Ilustración 4: Gimnasios. Fuente: (Ecopiano, 2016).	20
Ilustración 5: Látex aditivo para unión de caucho	25
Ilustración 6: Caucho para elaboración del elemento prefabricado.....	25
Ilustración 7: Diseño base de maquina a presión.....	26
Ilustración 8: Prensa con gato hidráulico	27
Ilustración 9: Proceso de desencofraste con aceite quemado	27
Ilustración 10: Molde	27
Ilustración 11: Caucho en sus diferentes estados de obtención. Recuperado de: http://www.ventadecauchocom/#productos	28
Ilustración 12: Comercialización de látex liquido- 1 Galón	29
Ilustración 13: Comercialización de látex liquido- 1 libra.....	29
Ilustración 14: Incorporación de todos los materiales y herramientas.....	30
Ilustración 15: Mezcla de 1/3 del caucho	32
Ilustración 16: Selección del caucho y pesado	32
Ilustración 17: Compactación manual	33
Ilustración 18: Caucho listo para comprimir	33
Ilustración 19: Verificación del elemento.....	34
Ilustración 20: Desencofrado	34
Ilustración 21: Tramo a intervenir para instalación de prefabricados en caucho	36
Ilustración 22: limpieza del tramo	37
Ilustración 23: nivelación de base en arena	37
Ilustración 24: instalación de losetas en concreto sobre base en arena.....	38
Ilustración 25: instalación de losetas de concreto y caucho	38
Ilustración 26: proceso de bocelado para acabado en concreto	39
Ilustración 27: fundida de franja de ajuste de amarre en concreto	39
Ilustración 28: tramo de prueba terminado	39

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Ilustración 29: emboquillaje de tramo de prueba.....	39
Ilustración 30: tramo de prueba	39
Ilustración 31: Proceso de punzonamiento en la muestra: (Autores).	40
Ilustración 32: Colocación de la muestra en la maquina masterloader: (Autores).	40
Ilustración 33: maquina universal dinámica de ensayos alemana <i>WPN</i>	43
Ilustración 34: marcación para el ensayo de flexotracción en loseta de muestra.	43
Ilustración 35: adecuación de la máquina para la superficie de la loseta.	44
Ilustración 36: ensayo de flexotracción en losetas de caucho.....	44
Ilustración 37: medición de niveles de agua para prueba de absorción en las losetas.....	45
Ilustración 38: loseta de muestra con la adecuación de tubo transparente para el ensayo de absorción.	45
Ilustración 39: medición de la filtración de agua en las losetas de muestra.	46
Ilustración 40: recolección de agua en recipiente medidor.....	46

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Tabla de graficas

Grafica 1: Aumento de Fuerza (KN) por aumento de lecturas realizadas	41
Grafica 2: Distancia de desplazamiento por fuerza realizada (KN)	41
Grafica 3: Tiempo de retorno a estado natural por muestra.....	42

Tabla de tablas

Tabla 1: Promedios de valoración del estado general de habitabilidad del espacio público por ciudad.....	15
Tabla 2: Espacio Público Efectivo por Habitante en las Localidades.	16
Tabla 3: Porcentaje de Satisfacción y Calificación de Varios Aspectos Relacionados con el Espacio Público en Bogotá.	17
Tabla 4: Dimensiones de Loquetas Prefabricadas en Concreto.	18
Tabla 5: Propiedades de las Loquetas en Caucho y Concreto.....	22
Tabla 6: Comparación de muestras elaboradas.....	31
Tabla 7: Proceso de elaboración del elemento 1.....	32
Tabla 8: Proceso de elaboración del elemento 2.....	33
Tabla 9: Proceso de elaboración del elemento 3.....	34
Tabla 10: Lectura de ensayos- compresión y punzonamiento	41
Tabla 11: Tiempo de retorno a estado natural	42
Tabla 12: cuadro de análisis de precios unitarios para loqueta prefabricada en grano de caucho reciclado.....	47
Tabla 13: análisis de costos directos de los dos tipos de prefabricados.....	49

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Resumen

En la franja peatonal del sistema de andenes se encontró que en la instalación de elementos prefabricados como las losetas en concreto por su rigidez sufren diferentes daños que provienen desde una mala compactación de la base, hasta un mal uso, lo cual ocasiona deterioro a largo plazo en todo el andén. El objeto principal de esta investigación es proponer una loseta y comparar el prefabricado actual con un elemento prefabricado propuesto en grano de caucho reciclado (GCR), el cual permita adecuarse al mismo sistema de instalación actual, adaptándose a esfuerzos a los que está sometida una loseta común de concreto. Planteando el cambio de la materia prima del concreto por el GCR, manejando las mismas dimensiones estipuladas en la cartilla de andenes de Bogotá (IDU) y someter el elemento propuesto a pruebas y ensayos establecidos por el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) y la Norma Técnica Colombiana (NTC) 4992. Que den los respectivos resultados para analizar y determinar la viabilidad de una loseta prefabrica en caucho. Esto complementado con un tramo de prueba a escala real en el cual interactúen los dos tipos de prefabricados en un ambiente exterior.

Palabras Clave.

Sistema de Andenes, Loseta, GCR, Rigidez y Prefabricado.

Abstract

On the pedestrian strip system, platforms found in the installation of prefabricated elements such as tiles specifically for its rigidity suffer different damages arising from bad compaction of the base, to misuse by the pedestrian which causes deterioration long term throughout the platform. The main purpose of this research is to compare the current prefabricated proposed a prefabricated element grain recycled rubber (GCR), which allows suit the current installation system itself, adapting to any effort that is submitted. Considering the change of the raw material of concrete by the GCR, driving the same dimensions stipulated in the primer platforms Bogota (IDU) and submit the proposed tests and trials established by the Urban Development Institute (IDU) element and the Standard technical Colombiana (NTC) 4992. Let them give the respective results to analyze and compare the potential viability of a prefabricated rubber tile. This is complemented by a section of full-scale test in which interact the two types of prefabricated in an outdoor environment.

Keywords.

System, Element, platforms, Paving Stone, GCR, stiffness and Prefabricate.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Introducción

El estado actual del espacio público de la ciudad tiene un déficit deplorable de calidad para los habitantes, el artículo 14 del decreto nacional 1054 del 2008 establece un índice mínimo de espacio público “efectivo” por persona de quince metros cuadrados (15m^2). (D.C., 1998) Actualmente el índice efectivo de espacio público por habitante es de tan solo $3.93\text{m}^2/\text{hab.}$ (IDU, 2014). Un valor bastante distante. Adicional a esto el estado de los andenes del espacio público con el que se cuenta no es el mejor, los elementos actuales con que se construyen los andenes cumplen con normas establecidas por el IDU (Instituto de desarrollo urbano), el concreto es el material más usado para la elaboración de elementos prefabricados que se incluyen en la construcción de un tramo actual de andén, el concreto ofrece ventajas como su durabilidad frente a la intemperie y resistencia a la compresión. Pero es endeble a golpes repentinos o fuertes y si la base en la que se instala no está bien compactada la base del elemento solo se sostendrá de una reducida parte (para que funcione bien el elemento prefabricado toda su base debe estar asentada sobre una base correctamente compactada) debido a su rigidez ocasiona la inestabilidad del elemento, su fractura y desportillamiento.

La presente investigación busca solucionar no todo el sistema de andén que constituye un espacio público pero si una posible deficiencia de un elemento importante de este como la loseta prefabricada en concreto, buscando un material que no sea rígido y que permita que aunque la base falle, el elemento se adapte y prevenga los daños que presentan las franjas peatonales y los posibles infortunios al peatón.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Planteamiento del Problema

Uno de los elementos más utilizados en el espacio público de la ciudad para la construcción de andenes, son las losetas prefabricadas en concreto, en el deplorable estado actual de estos andenes se percibe una cantidad importante de estos elementos en mal estado. Se observó la fractura y el desportillamiento del prefabricado no solo en el andén ya terminado, sino antes y durante, tomando como referente observaciones a diferentes obras de espacio público. Esta fractura y desportillamiento del prefabricado se debe en gran medida a su rigidez y dureza, que además se vuelve una trampa para los peatones que circulan por estos espacios, ocasionando infortunios. Observando que el prefabricado tiene deficiencias y su principal aspecto es su rigidez, se analiza el caucho como material que pueda remplazar la rigidez del concreto y para que se adapte a las posibles fallas que puedan darse en la base.

¿Se podría resolver la fractura y el desportillamiento de la franja peatonal del sistema de andenes utilizado actualmente reemplazando la loseta prefabricada en concreto por un elemento prefabricado en caucho?

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Justificación

En la actualidad se utiliza el concreto como materia prima para la elaboración de elementos prefabricados que conforman la mayoría del sistema de andenes en la ciudad, en conjunto este material da como beneficio una resistencia tolerante al alto tráfico de personas en la ciudad, pero es muy propenso a sufrir golpes que por su rigidez hacen que se fracturen o se desportille, creando nichos que afectan a corto o largo plazo todo el sistema de andenes. El interés de la presente investigación se basa en la implementación de un material que además de soportar el alto tráfico, resiste los diferentes golpes a los que pueda estar expuesto en un andén, antes, durante y después de su instalación, cumpliendo además con las medidas establecidas por las entidades gubernamentales encargadas de la malla vial de la ciudad.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Objetivo

Crear una loseta prefabricada en caucho (GCR) que reemplace las de concreto adecuándose a una base tradicional de franja peatonal para prevenir la fractura y el desportillamiento que presentan las losetas prefabricadas en concreto actual.

Objetivos Específicos:

- ✓ Generar un marco de referencia que permita delimitar las pruebas que se deben realizar a las losetas prefabricadas.
- ✓ Elaborar el diseño de mezcla, prototipos y ensayos.
- ✓ Comparar mediante la fabricación de un tramo en escala real en donde se cuente con losetas tradicionales de concreto y la loseta propuesta en caucho en un ambiente exterior.
- ✓ Analizar los datos obtenidos en los diferentes ensayos y conclusiones de la investigación.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Marcos de Referencia

Marco Teórico

Dado que el tema central de la investigación se enfoca en las losetas prefabricadas de concreto actuales usadas en las franjas peatonales del sistema de andenes del espacio público de la ciudad de Bogotá. Es necesario ampliar la información presente en la justificación del problema. El primer componente a analizar es el espacio público.

Según la secretaria de planeación distrital (SPD), el espacio público es conformado por:

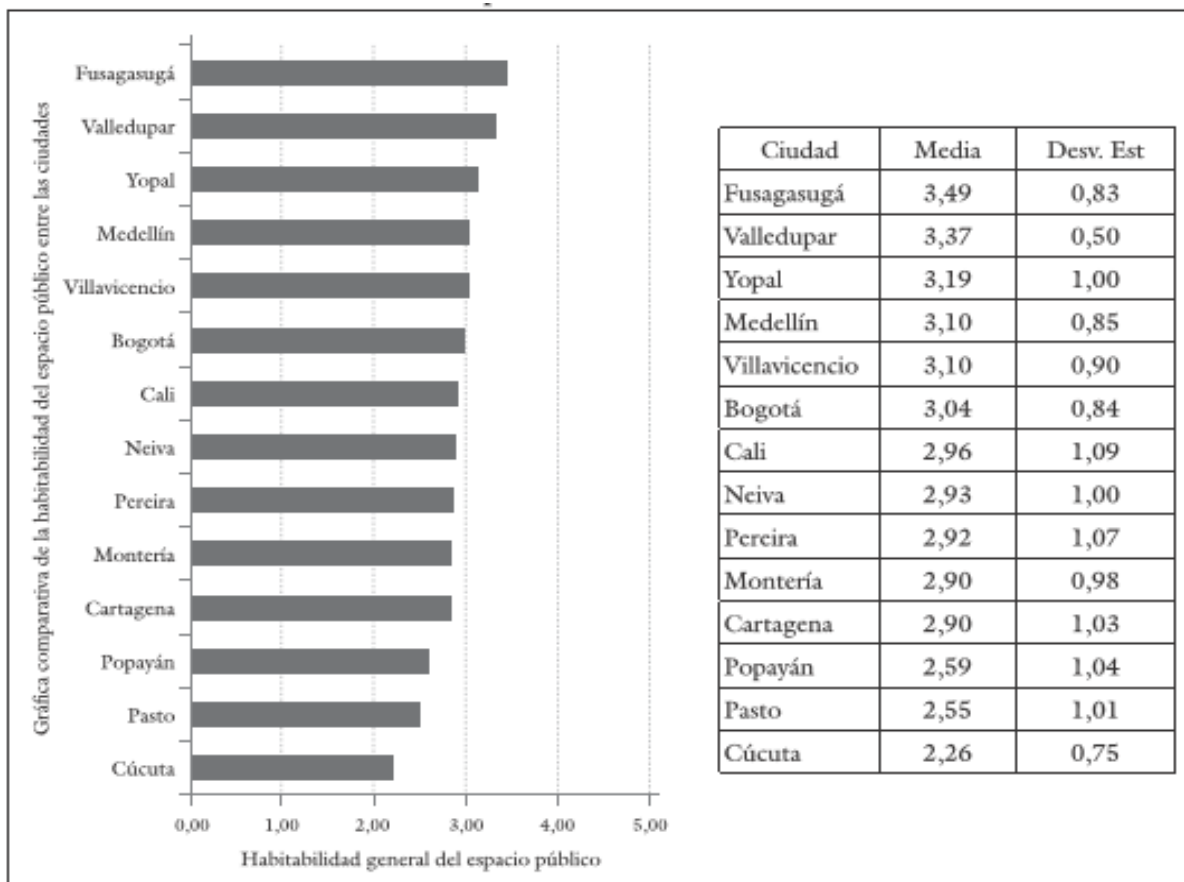
- Circulación, tanto peatonal como vehicular
- Recreación pública, activa o pasiva
- Seguridad y tranquilidad ciudadana
- Franjas de retiro de las edificaciones sobre las vías
- Fuentes de agua, parques, plazas, zonas verdes y similares, las necesarias para la instalación y mantenimiento de los servicios públicos básicos.
- Instalación y uso de los elementos constitutivos del amueblamiento urbano en todas sus expresiones
- Preservación de las obras de interés público y de los elementos históricos, culturales, religiosos, recreativos y artísticos
- Conservación y preservación del paisaje y los elementos naturales del entorno de la ciudad
- Preservación y conservación de las playas marinas y fluviales

En general, por todas las zonas existentes o debidamente proyectadas en las que el interés colectivo sea manifiesto, conveniente y que constituyan, por consiguiente, zonas para el uso o el disfrute colectivo.(SPD,2015, párr. 1)

Según el artículo 14 del decreto nacional 1504 del 2008 establece índice mínimo de espacio público “efectivo” por habitante de 15 m²; según los resultados del diagnóstico emitido por la Defensoría del Espacio Público (DADEP), muestran que actualmente el índice de espacio público efectivo llega tan solo a 3.93 m².

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Tabla 1: Promedios de valoración del estado general de habitabilidad del espacio público por ciudad.



Nota: Promedios de valoración del estado general de habitabilidad del espacio público por ciudad. Fuente: (Pablo Paramo, 2012). El estudio de valoración de las condiciones que hace habitable el espacio público en Colombia (Pablo Paramo, 2012), arroja un promedio del estado general de la habitabilidad del espacio público de catorce ciudades basados en la opinión de 740 personas.

Partiendo de una generalidad se precisa la investigación en la ciudad de Bogotá en donde se cuenta con estadísticas a nivel distrital con las cuales se sintetizara en las vías peatonales que son parte del objeto de estudio.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Tabla 2: Espacio Público Efectivo por Habitante en las Localidades.

LOCALIDAD	Total Espacio Público por habitante	Espacio Público Total por habitante							
		Parques por habitante	Zonas Verde por habitante	Estructura Ecológica Principal por habitante	Plazas y Plazoletas por habitante	Alamedas por habitante	Vías Peatonales por habitante	Vías Vehiculares por habitante	Cidonuta por habitante
01 Usaquén	22,98	1,40	2,95	4,56	0,01	0,00	0,57	13,11	0,38
02 Chapinero	33,18	2,72	2,57	5,72	0,08	0,00	0,31	21,66	0,13
03 Santa Fé	25,79	6,08	1,90	2,75	0,01	0,00	0,66	14,33	0,07
04 San Cristóbal	14,35	1,45	1,78	2,58	0,04	0,00	1,22	7,28	0,00
05 Usme	20,51	2,25	2,23	8,58	0,00	0,00	2,14	5,31	0,00
06 Tunjuelito	15,41	3,40	1,28	1,02	0,07	0,00	0,25	9,31	0,08
07 Bosa	12,91	1,27	0,83	4,51	0,00	0,00	1,11	5,14	0,05
08 Kennedy	13,22	1,61	1,90	1,44	0,01	0,03	1,08	7,09	0,06
09 Fontibón	23,40	1,45	2,67	4,69	0,03	0,00	0,31	14,15	0,09
10 Engativa	13,91	1,87	1,81	1,56	0,00	0,00	0,68	7,92	0,07
11 Suba	13,85	1,32	2,29	1,47	0,02	0,01	0,67	7,99	0,08
12 Barrios Unidos	24,13	6,34	1,02	0,03	0,05	0,00	0,06	16,49	0,14
13 Teusaquillo	42,19	11,38	2,73	0,71	0,14	0,00	0,06	26,88	0,29
14 Los Mártires	24,33	1,30	0,58	0,02	0,25	0,00	0,06	22,01	0,12
15 Antonio Nariño	16,60	1,71	0,72	0,46	0,10	0,00	0,24	13,35	0,01
16 Puente Aranda	26,43	1,55	2,43	0,38	0,06	0,00	0,38	21,56	0,07
17 La Candelaria	18,47	1,37	0,38	1,51	0,12	0,00	0,15	14,94	0,00
18 Rafael Uribe Uribe	12,21	1,95	1,28	0,19	0,09	0,00	1,05	7,64	0,01
19 Ciudad Bolívar	11,79	0,68	2,16	1,66	0,00	0,00	2,27	4,99	0,02
BOGOTÁ D.C.	16,89	1,97	1,93	2,40	0,03	0,01	0,93	9,54	0,08

Nota: Espacio Público Efectivo por Habitante en las Localidades. Fuente: (Instituto de Desarrollo Urbano, 2013). Medición por medio de estadísticas del espacio público actual dividido por localidades de la ciudad de Bogotá.

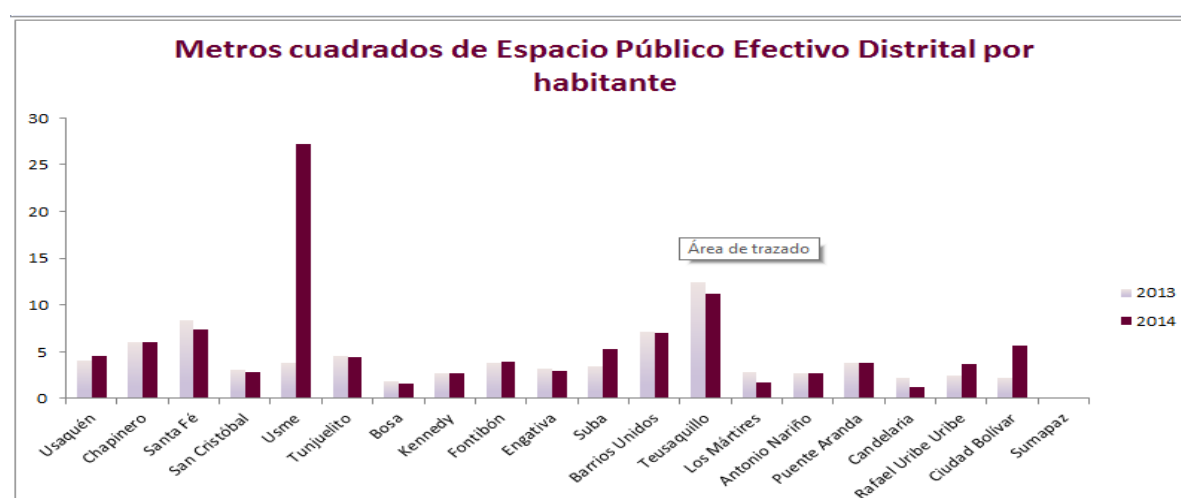


Grafico N° 1: Espacio Público Efectivo Distrital por Habitante en las Localidades. Fuente: (Secretaría Distrital de Planeación, 2016). Estadísticas del espacio público efectivo actual de habitantes por localidades de la ciudad de Bogotá.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Tabla 3: Porcentaje de Satisfacción y Calificación de Varios Aspectos Relacionados con el Espacio Público en Bogotá.

Satisfacción respecto a (...)	Calificación		% satisfacción	
	2012	2013	2012	2013
Alumbrado público del barrio	3,6	3,6	61%	61%
Parques y zonas verdes del barrio	3,3	3,2	49%	48%
Andenes y separadores	3,2	3,2	44%	45%
Espacio público de la ciudad	2,9	3,0	20%	24%

Nota: Porcentaje de Satisfacción y Calificación de Varios Aspectos Relacionados con el Espacio Público en Bogotá. Fuente: (Bogota ComoVamos, 2013). En la publicación (Bogota Como Vamos, 2016). La más reciente encuesta de percepción ciudadana arroja como resultados que tan solo cinco de cada veinte ciudadanos están satisfechos con el espacio público de la ciudad; Además en otra encuesta emitida en el informe de calidad de vida del 2013 los resultados de satisfacción se calificaron en una escala de 1 a 5.

Considerando esta información se puede identificar las áreas de circulación peatonal para el desarrollo del proyecto: los andenes.

Según el instituto de desarrollo urbano (IDU)

Son espacios peatonales destinados a la libre movilización de los ciudadanos. En su diseño, los andenes deben ser continuos y a nivel, sin generar obstáculos con los predios colindantes y tratados con materiales duros y antideslizantes, garantizando el desplazamiento de personas con alguna limitación, respetando los lineamientos de la Cartilla de Andenes del Departamento Administrativo de Planeación Distrital. (IDU, 2016, párr.1)

Es importante mencionar que el sistema de andenes está conformado por franjas, como la franja de seguridad del peatón (FSP) y la franja de circulación peatonal (FCP) establecidas en el decreto 561-15 (Secretaria Distrital de Planeacion, 2015) las cuales delimitan el proceso de investigación del proyecto.

Teniendo delimitado los espacios de intervención en el proyecto se enfocara en las losetas prefabricadas de concreto, utilizadas como elementos de acabado en las franjas anterior mente mencionada. (Cartilla de Andenes, 2015).

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Tabla 4: Dimensiones de Losetas Prefabricadas en Concreto.

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA							
FACULTAD DE ARQUITECTURA							
TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS							
ELABORACIÓN DE UNA LOSETA PARA USO EN FRANJAS PEATONALES DE ESPACIO PÚBLICO A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO (GCR).							
ITEM	RECURSO	ESQUEMA	DIMENSIONES (mm)			CONVENCIÓN	CARACTERISTICAS
			LARGO	ANCHO	ESPESOR		
1	Loseta prefabricada Lisa		400	400	60	A-50	Franja de seguridad del peatón (FSP). Pieza prefabricada en concreto de 5 Mpa de módulo de rotura de a 28 días.
2	Loseta prefabricada Lisa		400	200	60	A-51	Franja de seguridad del peatón (FSP). Pieza prefabricada en concreto de 5 Mpa de módulo de rotura de a 28 días.
3	Loseta táctil alerta		400	400	60	A-55	Franja de circulación del peatón (FCP). Pieza prefabricada en concreto Acabado: Antideslizante.
4	Loseta táctil guía		400	400	60	A-56	Franja de circulación del peatón (FCP). Pieza prefabricada en concreto Acabado: Antideslizante.

Nota: Dimensiones de Losetas Prefabricadas en Concreto. Fuente: (Autores). Las losetas para andenes son piezas prefabricadas en concreto bicapa aptas para la construcción de pavimentos para tráfico peatonal y vehicular liviano (Titan Cemento, 2016).

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

El propósito de la investigación es realizar una comparación entre un elemento prefabricado a base de concreto y un elemento prefabricado a base de caucho, para esto se deben conocer las propiedades y el comportamiento de cada material.

El concreto endurecido cuenta con las siguientes propiedades:

- Resistencia y Durabilidad: “El concreto bien hecho es un material natural mente resistente y durable. Es denso, razonablemente impermeable al agua, capaz de resistir cambios de temperatura así como también resistir cambios por intemperismo. La resistencia y la durabilidad son afectados por la densidad del concreto, el concreto más denso es impermeable al agua. La durabilidad del concreto se incrementa con la resistencia del concreto.” (Instituto Mexicano del Cemento y Concreto, 2004).

El grano de caucho reciclado cuenta con las siguientes propiedades de acuerdo a (Laura Cardona Gomez, 2011)

- Durabilidad: la elevada resistencia a la abrasión permite soportar severas condiciones de uso.
- Absorción de sonido: Las propiedades acústicas del caucho posibilitan la atenuación de todo tipo de ruidos molestos creando un ambiente confortable.
- Aislante térmico: su característica especial de actuar como aislante térmico posibilita el cumplimiento de normas de seguridad indispensable
- Aislante térmico: El caucho es un excelente aislante térmico, el cual permite crear climas adecuados durante todas las épocas del año
- Antideslizante: su bajo coeficiente de deslizamiento los hace particularmente seguros en lugares como escaleras, rampas y pasillos
- Resistencia a quemaduras de cigarrillos: El caucho no es afectado por la colillas del cigarrillo encendidas, a lo sumo pueden producir un ligero manchado fácilmente removible por los sistemas convencionales de limpieza
- Mantenimiento: son ideales para los lugares de alto tránsito sin requerir cuidados especiales. Su acabado libre de poros permite un mantenimiento sencillo y a la vez económico
- Amortiguación: El caucho presenta cualidades de amortiguación que lo hacen confortable para trabajar, estar de pie o caminar; además de amortiguar golpes de caída.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Antecedentes.

Para la investigación se encontraron casos anteriores de utilización del grano de caucho reciclado, por ejemplo: suelas de zapatos, bolsos, tapetes, mangueras, juegos infantiles, camas en los establos y demás.

En la construcción ha habido casos exitosos del uso del GCR como: Asfalto modificado con GCR, pisos decorativos para parques, gimnasios, pistas de atletismo, canchas de futbol y jardines.

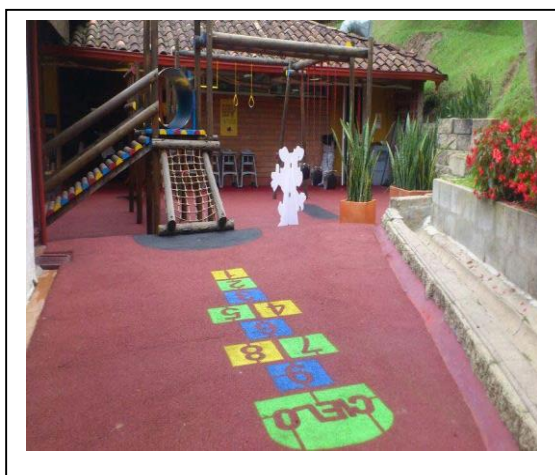


Ilustración 2: Pisos decorativos para parques. Fuente: (Ecoarea, "016)



Ilustración 1: Asfalto Modificado con GCR. Fuente: (PubliMotos, 2016).

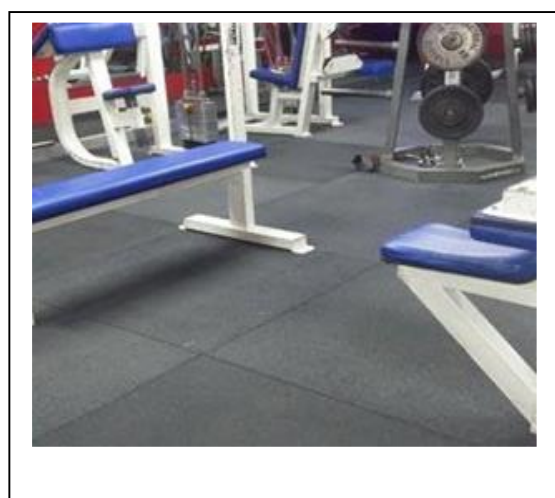


Ilustración 4: Gimnasios. Fuente: (Ecopiano, 2016).



Ilustración 3: Pistas de Atletismo. Fuente: (Jampion, 2016).

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Marco Conceptual

Teniendo en cuenta el campo en el que se encuentra vinculada la investigación y los procesos que se deben llevar a cabo para desarrollarlo, es necesario tener en cuenta algunos conceptos que nos permitirán entender y conceptualizar la propuesta para poder darle una aplicación y desarrollo consecuentes.

Para la elaboración de la loseta propuesta es importante identificar la materia prima a emplear en su construcción, por lo anterior se establecen los siguientes conceptos:

El grano de caucho reciclado (GCR) se encuentra definida como “todo aquel producto obtenido del proceso de trituración de llantas y neumáticos usados, compuesto fundamentalmente por caucho natural y sintético que no contiene materiales ferromagnéticos, textiles, y/o elementos contaminantes.” (Secretaría Distrital de Ambiente y Movilidad, 2011).

El látex “La hevea es el árbol tropical de donde se extrae el Látex por medio de un tratamiento sistemático de sangrado. Este proceso consiste en hacer un corte en forma de ángulo a través de la corteza, profundizando hasta el cambium. Una pequeña vasija que cuelga en el tronco del árbol recoge el Látex que fluye de la herida. Ese líquido blanco y viscoso, posee dos particulares virtudes, la primera es que tiene una gran resistencia y la segunda que es un excelente adhesivo. Este fantástico material ha abierto nuevas puertas en la investigación, y el calzado ha sabido unirse a esta evolución.” (Pegasa, 2016).

Definidos los términos de la materia prima para la elaboración de la loseta en caucho se delimita los lugares del sistema de andenes que se intervendrán con esta.

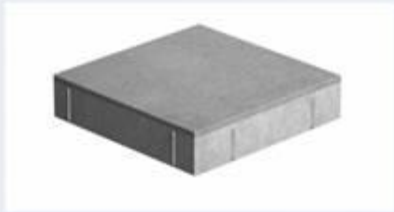
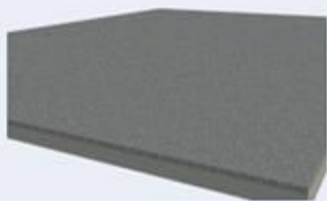
Según el decreto 561-15 La franja de seguridad del peatón (FSP) se define como:

Franja funcional de uso obligatorio que sirve como zona de protección del peatón con respecto al tránsito en la calzada. Se ubica en el límite entre el andén y la calzada y está delimitada por el sardinel y una franja demarcadora visual de alerta. (Secretaría de Planeación, 2015).

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

La franja de circulación peatonal (FCP) establecidas en el decreto 561-15 se define como: “Franja funcional de uso obligatorio en todos los andenes. Está destinada al tránsito peatonal, incluyendo las personas con movilidad reducida. Debe estar libre de obstáculos (incluso libre de alcorques, postes y mobiliario urbano en general), con un trazado sencillo y predecible para el transeúnte, sin cambios de nivel, interrupciones o escalones imprevisibles. El diseño de esta franja debe buscar que el flujo peatonal se conduzca de manera directa y funcional.” (Secretaria Distrital de Planeacion, 2015).

Tabla 5: Propiedades de las Losetas en Caucho y Concreto.

PROPIEDADES	LOSETA PREFABRICADA DE CONCRETO	LOSETA PREFABRICADA DE CAUCHO
		
Peso	23,04 kg aprox.	12 kg aprox.
Rendimiento de Obra	Cuadrilla: 2 Oficial y 2 ayudantes: de 25 a 100 m ²	Cuadrilla: 2 Oficial y 2 ayudantes: de 50 a 150 m ²
Resistencia	50 kg/cm ²	84 kg/cm ²
Flexibilidad	No es flexible	Flexible
Impermeabilidad	Absorción del 7%	Impermeable
% de Albedo	20%	De 5% a 10%

Nota: Propiedades de las Losetas en Caucho y Concreto. Fuente: (Autores). Para saber las diferentes propiedades que ofrece la loseta prefabricada en concreto y las que podría ofrecer la loseta en caucho se realizó un análisis teórico entre el caucho (GCR) y el concreto para conocer los pros y los contras de cada material, en este se comparan factores como el peso, rendimiento de obra, resistencia, flexibilidad, impermeabilidad y porcentaje de albedo entre otros.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Marco Legal

Dentro del marco legal es necesario mencionar aquellos parámetros, normas, leyes y reglamentos que rigen la creación, utilización, desarrollo o implementación de elementos dentro del campo a ingresar, en este caso en las franjas peatonales del sistema de andenes del espacio público en la ciudad de Bogotá.

Decreto 561-15 Cartilla de Andenes Bogotá D.C: “Este documento es producto de un proceso de casi tres décadas de aprendizaje colectivo sobre la definición y aplicación de estándares para el diseño y construcción de espacio público en Bogotá. Un proceso que inició con el trabajo del Taller Urbano de la Alcaldía Mayor y la edición en 1988 de la Cartilla de Espacio Público para el área central de Bogotá; que, consistentemente, ha permitido la publicación de cartillas, guías y normas técnicas sobre diseño de andenes, arborización y silvicultura urbana, mobiliario urbano y puentes peatonales, entre otros temas; que ha orientado la ejecución de proyectos que, en conjunto, han configurado una ciudad con espacio público de mejor calidad y más accesible; en fin, un proceso que continúa y debe continuar en el futuro.” (Secretaría de Planeación, 2015).

Cartilla de Andenes de Bogotá D.C: “En el presente capítulo, se incluyen las fichas de las distintas piezas de producción industrial que componen del sistema de prefabricados de concreto. Para cada pieza en particular, se definen sus especificaciones técnicas sus características físicas y químicas, y su geometría precisa. Así como una imagen tridimensional de la misma. Además, se incluye la definición de las normas NTC en las cuales cada pieza en particular tiene su marco de referencia. El cumplimiento de estas definiciones por parte de los fabricantes y su control por parte de los ejecutores, será requisito indispensable para garantizar la calidad y durabilidad de las obras de andenes de la ciudad.” (Secretaría Distrital de Planeación, 2015).

NTC 4992, Losetas en Concreto para Pavimentos: “esta norma establece los requisitos que deben cumplir las losetas de concreto, no reforzadas, y sus piezas complementarias, aptas para construir pavimentos de losetas para: tráfico peatonal y tráfico vehicular liviano sobre llanta neumática.” (Norma Técnica Colombiana, 2004).

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Decreto 1504 de 1998 Artículo 14º: “Se considera como índice mínimo de espacio público efectivo, para ser obtenido por las áreas urbanas de los municipios y distritos dentro de las metas y programa de largo plazo establecidos por el Plan de Ordenamiento Territorial, un mínimo de quince (15m²) metros cuadrados y por habitante, para ser alcanzado durante la vigencia del plan respectivo.” (D.C., 1998).

Resolución 6981 del 2011: “Por la cual se dicta lineamientos para el aprovechamiento de llantas y neumáticos usados en el distrito capital.” (Secretaría Distrital de Ambiente y Movilidad, 2011).

Decreto 215 de 2005: “Por el cual se adopta el plan maestro de espacio público para Bogotá Distrito Capital, y se dictan otras disposiciones.” (Alcaldía Mayor de Bogotá, Decreto 215 del 2005, 2005).

Decreto 442 de 2015: “por medio del cual se crea el programa de aprovechamiento y/o valorización de llantas usadas en el distrito capital y se adoptan otras disposiciones.” (Alcaldía Mayor de Bogotá, Decreto 442 del 2015, 2015).

Decreto 1003 del 2003, 379 del 2002 y 602 del 2007 por los cuales se reglamenta la cartilla de andenes.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Metodología

A continuación se explicaran los puntos referentes a la investigación, donde se verán los procesos realizados para obtener el análisis y las conclusiones de la propuesta. Para empezar se hará una descripción de los materiales que se utilizaran en las actividades y seguido se realizara la explicación de cada uno de los pasos hasta llegar a las conclusiones.

Elaboración de la loseta

La elaboración del elemento prefabricado se inicia teniendo como base las dimensiones establecidas en la cartilla del IDU (Secretaria de Planeación, 2015) la cual establece los parámetros claros para la construcción de una franja peatonal y así mismo de las dimensiones de todos los elementos prefabricados, también de su adecuada instalación y los procesos que para este elemento prefabricado en caucho se mantendrán intactos.

Se inició realizando mezclas para analizar el material, teniendo en cuenta los antecedentes del caucho con el calor y las graves consecuencias que trae para el medio ambiente se investigó la manera para realizar los prototipos eliminando cualquier proceso de sellado al calor.



Ilustración 6: Caucho para elaboración del elemento prefabricado



Ilustración 5: Látex aditivo para unión de caucho

El caucho y el látex son la materia prima para la elaboración del elemento prefabricado propuesto, se determinó el uso del látex mediante el análisis de varios adhesivos tales como resinas, pegantes y emulsiones, llegando a la conclusión de utilizar un adhesivo natural y no contaminante.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

El caucho utilizado para una loseta tiene un proceso anterior de reciclaje que empieza desde las llantas que finalizan su ciclo de vida útil en los autos y son desechadas, luego tienen un proceso de triturado en el que se separa el acero y el textil del caucho. En este punto se procede a hacer un triturado del que se obtendrán diferentes granulometrías, en la presente investigación no se hace el proceso de reciclaje si no que se empieza por obtener una granulometría establecida por la máquina que utilicen las empresas. Para hacer el elemento se obtiene este material tamizado. El látex que se adquiere de forma natural por medio de los árboles se encuentra en el comercio de químicos ya envasado y de la cantidad que se necesite.

Elaboración de maquina

Se diseñó una máquina que permitiera adecuar un molde de las dimensiones de una loseta de 40cm x 40cm x 6cm establecida por la cartilla del IDU (Secretaria Distrital de Planeacion, 2015), mediante el uso de un gato hidráulico para la compactación de un elemento prefabricado de dichas características.

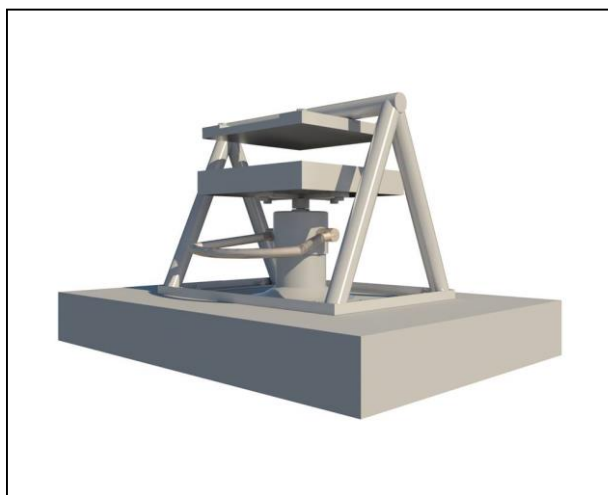


Ilustración 7: Diseño base de maquina a presión

La prensa manual se establece como la herramienta principal para la creación de los prototipos, esta se encargara de la compactación, proceso primordial ya que para asegurar la unión de los dos materiales (caucho- Látex) se necesita ejercer una presión de 3000 kg.

La máquina necesito de perfiles en acero soldados para que mantuviera y rigidizara la estructura, se utilizaron perfiles de 4" de ancho y de 5mm de espesor para soportar las fuerzas ejercidas por el gato hidráulico.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.



Ilustración 8: Prensa con gato hidráulico

Molde

El molde que se desarrolla en la propuesta es de superficie lisa sin estampado, lo que significa que se harán prototipos de loseta tipo pergamino o lisa. El molde tiene como medidas internas de 40cm x 40cm y de alto 8cm; la altura del molde se establece en 8 cm para garantizar el porcentaje de compactación del material en este caso de 2cm para los 6 cm de la loseta. En las esquinas internas se instalaron unas barras delgadas de acero para garantizar los topes laterales que exige la cartilla de andenes (Secretaria de Planeación, 2015), estos topes sirven como garantía de seguridad en las losetas haciendo complicado los intentos de levantarla después de instalada en un andén. Como desencofrante se utiliza aceite usado de cocina para abaratar costos y probar si el combustible afecta la mezcla y al elemento.



Ilustración 10: Molde



Ilustración 9: Proceso de desencofraste con aceite quemado

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Descripción de materiales

Granulometría del caucho

El caucho tiene diferentes terminados de triturado del que se toman tres tipos para hacer pruebas que permitan establecer su viabilidad en el uso del elemento prefabricado.



Ilustración 11: Caucho en sus diferentes estados de obtención. Recuperado de:
<http://www.ventadecaucho.com/#productos>

El proceso de triturado tiene diferentes pasos los cuales son de la separación de los demás materiales que posee un neumático. Primero se hace el proceso de reciclaje para proceder a hacer un triturado en volúmenes más pequeños y hacer la separación del hierro y las fibras textiles que estos contienen. Los diferentes triturados tienen su propia medida lo que se tuvo en cuenta para realizar pruebas con cada una de ellas; El grano de caucho reciclado comercialmente se consigue a bajo costo lo que hace que el elemento prefabricado en caucho alcance un punto de economía que facilite su fabricación. Se consigue el caucho por kilos. Desde este punto se empezó a experimentar la cantidad que se necesitaba para un elemento con las dimensiones requeridas.

Látex

El látex “La hevea es el árbol tropical de donde se extrae el Látex por medio de un tratamiento sistemático de sangrado. Este proceso consiste en hacer un corte en forma de ángulo a través de la corteza, profundizando hasta el cambium. Una pequeña vasija que cuelga en el tronco del árbol recoge el Látex que fluye de la herida. Ese líquido blanco y viscoso, posee dos particulares virtudes, la primera es que tiene una gran resistencia y la segunda que es un excelente adhesivo. Este fantástico material ha abierto nuevas puertas en la investigación, y el calzado ha sabido unirse a esta evolución.” (Pegasa, 2016).

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Se optó por un aditivo que permitiera que el caucho tuviese una unión entre las partículas y que se comportara como un único material. La resina gemelos fue la principal opción de que se empleara para la prueba pero por el costo elevado y las pequeñas cantidades en que se consiguen descarto su uso debido a que no se acoplaba al presupuesto y la idea de utilizar la mayor cantidad de elementos naturales no contaminantes.

El látex por su parte es de fácil obtención, de origen natural no contaminante y su precio asequible, aparte se hace más fácil la unión de caucho-caucho. Enseguida se procedió hacer las pruebas con el látex y la medida que se empleara para la elaboración de la loseta. El látex líquido se comercializa en galones o libras.



Ilustración 13: Comercialización de látex líquido- 1 libra



Ilustración 12: Comercialización de látex líquido- 1 Galón

Preparación y elaboración de la loseta

Una loseta prefabricada en caucho está constituida en su mayoría por un 95% de caucho triturado y seguido de su restante el aditivo que hace que se unan y llegue a ser un solo elemento, este 5% corresponde a látex que de acuerdo a las pruebas realizadas se definió este porcentaje para la realización de una loseta. Para el proceso de elaboración de una loseta se toma como punto de partida la selección de la granulometría que mejor se comporte en el mezclado y la compactación, evitando desprendimientos del material.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

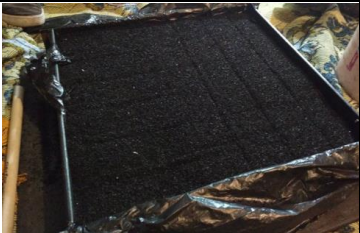


Ilustración 14: Incorporación de todos los materiales y herramientas

Se hicieron pruebas a tres tipos de granulometrías de caucho, la primera que se usó fue el triturado en polvo, esta granulometría se pesa para obtener 4 kilogramos y proceder al mezclado en un balde, al que anteriormente se ha aplicado desengrasante para evitar que la mezcla se adhiera a su superficie, en todos los casos se utiliza aceite usado de cocina como desengrasante, se dividen los 4 kilogramos de caucho en tres partes para garantizar la aplicación del adhesivo a todas las partículas de caucho. Se hace el mezclado durante cinco minutos de modo manual para aplicar uniformemente el adhesivo al caucho. En el momento de verter la mezcla sobre el molde, se notó que quedaban partículas sin adhesivo, se alista la mezcla sobre la superficie de la base utilizando como herramienta las manos y posteriormente una tabla para comprimir el caucho manualmente. Después de listo el molde se lleva a la máquina que es la que se encarga de compactar la mezcla, se comprime con la ayuda del gato hidráulico y se deja el prototipo durante 15 minutos en la prensa para evitar la deformación del prefabricado. Se retira y se procede a verificar medidas, donde como resultado un centímetro menos del esperado, además se nota un desprendimiento de las partículas finas que no hicieron adhesión con las demás partículas. Para los siguientes 4 pruebas el procedimiento es el mismo, obteniendo diferentes resultados en el proceso de mezclado, en la compactación y en el terminado del prefabricado.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

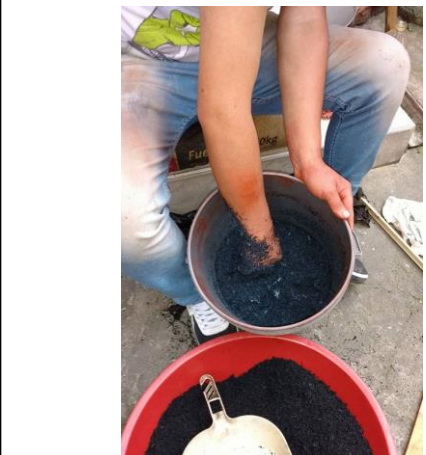
Tabla 6: Comparación de muestras elaboradas

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA			
FACULTAD DE ARQUITECTURA			
TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS			
COMPARACION DE MUESTRAS			
ÍTEM	ELEMENTOS	TRITURADO	DESCRIPCIÓN
	ELEMENTOS PREFABRICADOS A PRUEBA		
1		Polvo de caucho	Para esta granulometría se pensó que por su tamaño iba a tener buenos resultados pero con la poca adherencia y el desprendimiento de las partículas se descartó el uso de este tamaño de grano.
2		Triturado de 3-5mm	La loseta con este tipo de caucho resulto con mejor acabado pero al desencofrar y poner a prueba el elemento resultaba con mucho mas desgaste en sus esquinas lo que descarto el uso de este tamaño de grano
3		triturado rayado	El triturado rayado deja como resultado un elemento estable y estéticamente rustico no sufrió de desprendimiento de partículas. Esta fue la opción más viable para la propuesta como loseta
4		Mezcla de todos los triturados	Se pensó en un inicio que la combinación de todos los tamaños del caucho tendrían un sellamiento en todas las espacias que las partículas más grandes no ocupaban, lo que se obtuvo fue un complicado proceso de mezclado y un elemento con desprendimiento de las partículas más pequeñas de caucho, debido a esto se descarta el uso de tres tamaños diferentes de grano de caucho.

Nota: Comparación y verificación de caucho apto para la elaboración de una loseta. Fuente: (Autores).

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

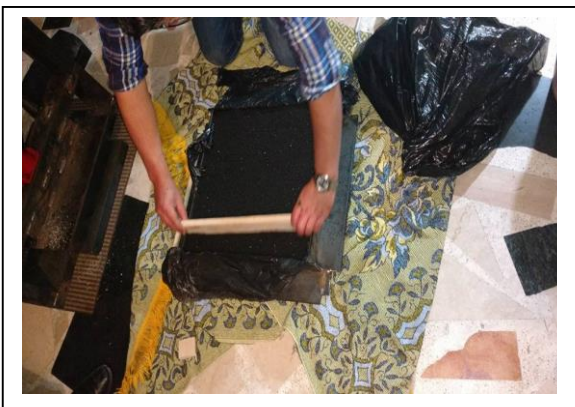
Tabla 7: Proceso de elaboración del elemento 1

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA	
FACULTAD DE ARQUITECTURA	
PTCA	
ESTUDIANTE: Freddy Jerez Rodríguez- Juan Sebastián Rojas- Fredy Eduardo Sánchez Alarcón	
TEMA: Resumen y aplicación de materiales	
RESUMEN DE ELABORACION	
El caucho seleccionado procede a pesarse hasta alcanzar la medida de 5 kilos para un único elemento	
MATERIALES Y HERRAMIENTAS	
pesa: esta puede ser en libras o kilos canecas: para recoger caucho pesado y hacer proceso de mezcla	
REGISTRO FOTOGRAFICO	
	
Ilustración 16: Selección del caucho y pesado	Ilustración 15: Mezcla de 1/3 del caucho

Nota: Resumen de la elaboración de elementos prefabricados en caucho triturado. Fuente: (Autores).

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Tabla 8: Proceso de elaboración del elemento 2

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA	
FACULTAD DE ARQUITECTURA	
PTCA	
ESTUDIANTE: Fredy Eduardo Sánchez Alarcón- Juan Sebastián Rojas- Freddy Jerez Rodríguez	
TEMA: Resumen y aplicación de materiales	
RESUMEN DE ELABORACION	
Proceso de compactación manual de mezcla en el molde el cual debe ser embadurnado de aceite casero y forrado con una bolsa plástica para desencofrar fácilmente.	
MATERIALES Y HERRAMIENTAS	
Molde : molde adecuado y diseñado para compactar Aceite: aceite quemado como desencofraste Bolsa plástica: facilita el proceso de desencofrado	
REGISTRO FOTOGRAFICO	
 Ilustración 18: Compactación manual	 Ilustración 17: Caucho listo para comprimir

Nota: Resumen de la elaboración de elementos prefabricados en caucho triturado. Fuente: (Autores).

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Tabla 9: Proceso de elaboración del elemento 3

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA	
FACULTAD DE ARQUITECTURA	
PTCA	
ESTUDIANTE: Fredy Eduardo Sánchez Alarcón- Juan Sebastián Rojas- Freddy Jerez Rodríguez	
TEMA: Resumen y aplicación de materiales	
RESUMEN DE ELABORACION	
Proceso de prensado en maquina Se deja de 10 a 15 minutos para secado del aditivo Desencofrar y verificar elemento	
MATERIALES Y HERRAMIENTAS	
Máquina de prensado con gato hidráulico	
REGISTRO FOTOGRAFICO	
  Ilustración 10: Desencofrado Ilustración 19: Verificación del elemento	

Nota: Resumen de la elaboración de elementos prefabricados en caucho triturado. Fuente: (Autores).

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Elaboración de tramo de comparación de elementos prefabricados

Elaborados los prototipos y siguiendo con el cronograma de trabajo se realiza como prueba ante agentes naturales y de uso ante tráfico peatonal, un tramo de sendero peatonal, que tenga todas las características de un andén común, comparando la loseta prefabricada en concreto y la loseta prefabricada en caucho en condiciones iguales.

Con la ayuda y permiso de un club social privado (Club social de profesores de la Universidad Nacional- Los Búhos) se hace la adecuación del tramo con los dos tipos de prefabricados y se pone a prueba también de agentes climáticos como el sol y la lluvia que son patrones importantes a los que deben ser expuestos los elementos en caucho.

Se hace una previa visita al lugar de intervención para tomar los datos (medidas, estado del lugar que se va a intervenir, la estructura que tienen los adoquines instalados) necesarios que indicarían la cantidad de material y que herramientas se utilizarían en el proceso. Se hizo el cálculo de lo necesario para hacer el levantamiento, la adecuación y la instalación de los nuevos elementos prefabricados.

En la visita al tramo, se escogió un sendero con intervención anterior en donde se instaló adoquín para tráfico peatonal, esto debido a la posibilidad de usar la estructura de los adoquines para las losetas de concreto, caucho, ahorrar tiempo y presupuesto en el proceso, ya que se evita la necesidad de hacer nuevas bases granulares compactadas y se evitan excavaciones que influyen en los tiempos de instalación.

Se hace el traslado de todos los materiales, los elementos prefabricados y la herramienta hasta el sitio de la obra y comienza todo el proceso de levantamiento de los elementos existentes, la limpieza del terreno y demás. Se hace una instalación de la misma forma en que se hace la de las losetas en concreto sin cambiar su base ni perder las características que se tiene como acuerdo en la cartilla del IDU (Secretaria de Planeación, 2015) y se cumplen con las especificaciones expuestas en la cartilla de prefabricados de la ciudad de Bogotá. En esta actividad se busca comparar el comportamiento de las losetas de concreto y las losetas de grano de caucho.

Adicionalmente y aprovechando el lugar de intervención también se compara el adoquín al ser un prefabricado de menor medida pero que es usado en las obras de andenes en el espacio público de Bogotá.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

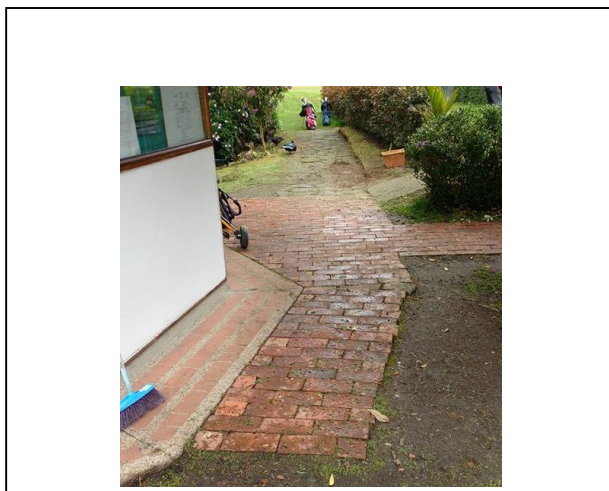


Ilustración 11: Tramo a intervenir para instalación de prefabricados en caucho

El proceso empezó por retirar los adoquines existentes en el tramo de prueba, las medidas del tramo iban a ser de 2.40m x 0.90m, las herramientas que se utilizaron en obra fueron palustres, boquillera, metro, nivel de mano, bocel, maseta, picas y palas. Con la ayuda del palustre se removieron los adoquines manualmente, se movieron y acomodaron en un lugar apartado del tramo hasta que el tiempo de prueba termine y se vuelvan a instalar en el lugar, después de retirados se hace una limpieza en la base que se vio afectada por los años y contenía material contaminado como tierra negra, que afecta la estabilidad de los prefabricados en caso de crecimiento de capa vegetal, se remueve la arena contaminada y se reemplaza por una nueva capa de arena de peña zarandeada y se hace el alistamiento de piso, paralelo a esto se comprueban las medidas y se sacan alturas dejando una pendiente del 2% hacia el sentido de la capa vegetal, se colocan hilos para replantear la superficie a intervenir, y luego de regar la arena se hace una compactación con ayuda del pisón para evitar fallos en la estructura, con la boquillera y el nivel de mano de alista la pista para la instalación de las losetas. La boquillera cuenta con unas orejas a los lados para tener la medida de 6 cm de la loseta.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.



Ilustración 13: nivelación de base en arena

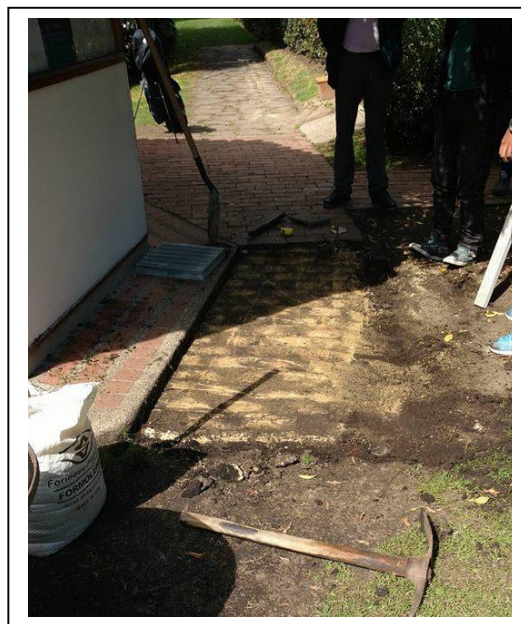


Ilustración 12: limpieza del tramo

Luego de alistado el piso, se proceden a instalar las losetas de concreto. En este caso se utilizaron losetas de concreto guías, esto no afecta la comparación con la loseta de caucho lisa, se instala sobre la capa de arena y se asegura con la ayuda del mango de la maseta que es en madera, también se puede hacer con un martillo de caucho, se proceden a instalar las 3 losetas de concreto siguiente y se deja listo para la instalación de las losetas en caucho.

La instalación de la loseta de caucho cuenta con las mismas condiciones que la de concreto, en el momento que instala se hace notorio la reducción de tiempo debido a su peso y a la facilidad de los instaladores para asentarla sobre la base de arena.

Teniendo las losetas de ambos tipos instalados se procede a poner la formaleta para fundir la franja de ajuste, para el proceso de instalación de formaletas se utilizan testers y pequeñas tablas, se colocan a una distancia de 10 cm de las losetas y se fijan al suelo con varillas de acero para asegurar la contención del concreto y evitar el volcamientos de estos. Se realiza la mezcla de concreto para hacer la franja de ajuste que selle las losetas e impida movimientos laterales.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.



Ilustración 14: instalación de losetas en concreto sobre base en arena



Ilustración 15: instalación de losetas de concreto y caucho

Arrojado el concreto se punza con el palustre para asemejar un vibrado en el concreto, rellenar todos los espacios y eliminar las partículas de aire. Se deja endurecer por 1 hora para realizar el acabado con el bocel, siendo el acabado del concreto una de las últimas actividades, mientras ocurre el endurecimiento se hace la limpieza en todo el tramo, se enjuagan todas las herramientas utilizadas sobre todo las que tuvieron contacto con el concreto y se deja limpio el espacio. Consecuente mente se toman 4 paladas de arena de rio y se zarandean cerca a las losetas con un angeo, esto para que las partículas más finas de arena queden en el piso y rellenen las juntas que quedan entre las losetas, con una escoba se esparce la arena zarandeadada para que se seque en el menor tiempo posible, este proceso se hace debido a que la arena sella las juntas en un tiempo reducido si esta se encuentra seca.

Pasada 1 hora se toma un balde con agua, una espuma y un bocel para hacer el acabado del concreto, se sumerge el bocel en el agua y se coloca en la superficie del concreto, en el sentido longitudinal de la franja se mueve la herramienta para darle un terminado liso y esquinas curvas para darle estética al tramo.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

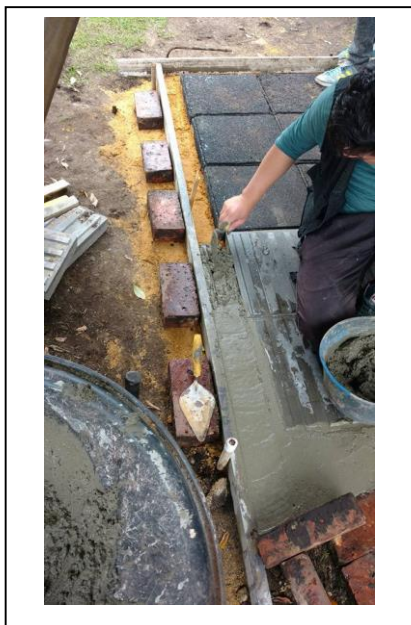


Ilustración 17: fundida de franja de ajuste de amarre en concreto



Ilustración 16: proceso de bocelado para acabado en concreto

Utilizando la escoba se hace la última actividad en la obra, emboquillar las juntas de las losetas, se utilizó arena de río en los dos tipos de loseta como sellador de juntas. El resultado del tramo se observó que los tiempos de instalación en las losetas de caucho fueron menores al de las losetas de concreto y el peso de estas facilitaba el manejo de hasta 4 losetas por viaje contra 1 de concreto.



Ilustración 20: emboquillaje de tramo de prueba.



Ilustración 19: tramo de prueba terminado



Ilustración 18: tramo de prueba

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Ensayos

Los prototipos se llevan al laboratorio para realizar los ensayos de uso en comparación a las pruebas realizadas en losetas prefabricadas de concreto establecidas en la NTC 4992 (Norma Técnica Colombiana, 2004) en donde se evaluara el comportamiento de la loseta prefabricada en caucho reciclado. Estas pruebas son realizadas a varios prototipos para tener un margen aceptable de estadística con el fin de analizar su posible uso en condiciones exteriores de la franja peatonal del sistema de andenes de la ciudad de Bogotá.

Ensayo de compresión y punzonamiento

Este ensayo consiste en someter los prototipos a compresión para saber la capacidad de carga y resistencia, se toman 10 muestras de varias losetas de caucho con medidas de quince centímetros por quince centímetros con grosor de seis centímetros utilizando una següeta para el corte del elemento, se utiliza para los ensayos la máquina de *Humboldt digital masterloader* HM-3000.3F. Se colocan sobre un cilindro metálico para elevar las muestras y acercarlas a un pistón de tres pulgadas cuadradas de diámetro ($\varnothing 3''^2$) ubicado en la parte superior del equipo, el pistón está conectado a una celda de carga que se encarga de enviar datos a la computadora interna del equipo, que muestra lecturas mediante avance el proceso, los resultados se muestran en kilonewtons y en milímetros para medir las cargas y el porcentaje de punzonamiento de las muestras.



Ilustración 22: Colocación de la muestra en la máquina masterloader: (Autores).



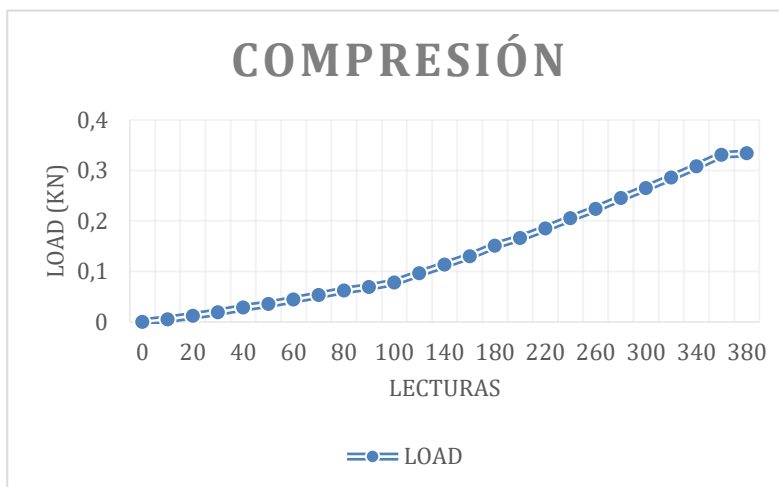
Ilustración 21: Proceso de punzonamiento en la muestra: (Autores).

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

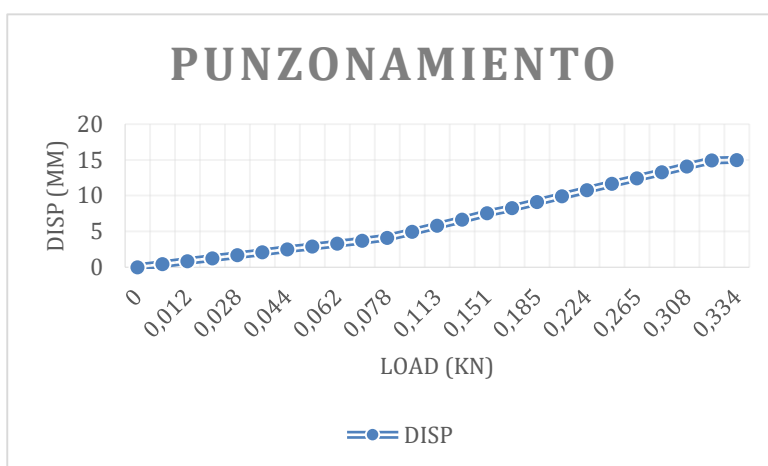
El proceso empieza por acoplar el equipo en el centro de las muestras para garantizar la exactitud de los datos, se hace un seguimiento al comportamiento de la muestra y a las lecturas que arroja el aparato a los largo de 22 minutos que demoro hacer el ensayo, se hizo revisión contante del área ocupada por el pistón para un posible desgarramiento en la base compactada.

Tabla 10: Lectura de ensayos- compresión y punzonamiento

LECTURAS	LOAD	DISP
0	0	0
10	0,005	0,420
20	0,012	0,836
30	0,019	1,252
40	0,028	1,665
50	0,035	2,082
60	0,044	2,492
70	0,053	2,883
80	0,062	3,282
90	0,069	3,687
100	0,078	4,107
120	0,096	4,933
140	0,113	5,799
160	0,130	6,644
180	0,151	7,537
200	0,166	8,265
220	0,185	9,113
240	0,205	9,941
260	0,224	10,792
280	0,245	11,648
300	0,265	12,453
320	0,286	13,269
340	0,308	14,101
360	0,331	14,918
380	0,334	15,004



Gráfica 1: Aumento de Fuerza (KN) por aumento de lecturas realizadas



Gráfica 2: Distancia de desplazamiento por fuerza realizada (KN)

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Las muestras se sometieron a una fuerza de 0.334 KN, comprimiéndolas al 25% del grosor total equivalente a 1.5 CM de 6 CM del grosor total de la loseta, con esto se obtuvo un total de 348 lecturas que sirven para generar una estadística de compresión y punzonamiento en las muestras extraídas de los prototipos. Para realizar los indicadores se tomaron los datos cada 10 lecturas hasta completar 100 y después de este cada 20 lecturas para tener un total de 24 datos expuestos en las tablas anteriores. Luego de retirar las muestras se midió la cantidad de tiempo que demoraron en volver las áreas compactadas por el pistón a su estado original para medir su deformación. El tiempo tomado por cada muestra luego de ser sometidas por el pistón varía en cada una de entre 5 a 22 segundos, teniendo como tiempo promedio 5:36 minutos.

Tabla 11: Tiempo de retorno a estado natural

N°	MINUTOS
1	5:22
2	5:40
3	5:35
4	5:28
5	5:55



Grafica 3: Tiempo de retorno a estado natural por muestra

Como resultados de los ensayos a compresión se obtuvo una resistencia de 1.76 kg/cm² al 25% del grosor de la loseta lo que equivale a una capacidad de 16.896 toneladas por loseta y 105.600 toneladas por metro cuadrado, sin haber hecho fallar las muestras y que estas no hayan sufrido daño alguno. Con esto se analizó también el punzonamiento del elemento, ejerciendo compresión con el pistón en un área reducida de la muestra se concluye que luego de ejercer peso sobre el elemento este lo amortigua deformándose hasta el 25% del grosor de la loseta y cuenta con un periodo de 5 a 6 minutos para volver a su estado original.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Ensayo de flexo tracción

El ensayo de flexo tracción se realiza a losetas de concreto para hallar el módulo de rotura o *MR*. Se alistan 5 losetas de caucho para someterlas al ensayo, se hace una marcación por los puntos donde el equipo hará la presión, para este ensayo se utilizó la maquina universal dinámica de ensayos alemana *WPN*, que se adecuo para soportar los puntos de las medidas de la loseta que sobrepasaban las bases tenían de largo 15 cm, se desmontaron y colocaron cilindros metálicos de mayor longitud, de igual manera el dispositivo de sujeción que se encarga de ejercer la fuerza sobre el elemento era demasiado corta para cubrir toda la base de la loseta, por esto se desmonto la parte superior y se adecuo con un cilindro metálico de 50 cm de largo que asegurara el contacto en el centro de las losetas.

Se hacen dos apoyos en la base de la loseta a 5 cm del borde y ejerce en el centro de la loseta un esfuerzo de corte en el mismo sentido en que se encuentran apoyados la base de la loseta, debido a las medidas de la loseta y al estrecho espacio de la maquina el centro se movió 5cm del punto inicial, por lo que se usaron dos platinas de 2cm de grosor para mover el punto de contacto y asegurar que el esfuerzo sea en la mitad del elemento.



Ilustración 23: maquina universal dinámica de ensayos alemana WPN.



Ilustración 24: marcación para el ensayo de flexo tracción en loseta de muestra.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.



Ilustración 25: adecuación de la máquina para la superficie de la loseta.



Ilustración 26: ensayo de flexotracción en losetas de caucho.

El objetivo del ensayo es medir la capacidad de carga de la loseta hasta que esta falle o se fracture, la capacidad de carga mínima que pide la NTC 4992 (Norma Técnica Colombiana, 2004) es de 5 Mpa, en el caso de las losetas de concreto estos esfuerzos varían de 4.2 Mpa a 5 Mpa.

A diferencia de las losetas en concreto, las losetas de caucho no sufren de fractura, como se pudo observar en la ilustración 36, la loseta se deforma sin fracturarse, esto aun después de superar los 5 Mpa que pide la norma, las losetas que se usaron para el ensayo se deformaron mientras estuvieron sometidas a los esfuerzos de la máquina, inmediatamente después de retirarse el peso y mover las losetas al piso del laboratorio, esta retomó su estado original sin muestras de fallo o fractura. En resumen los resultados arrojados por el ensayo de flexotracción, aplicados al uso para el que se propone la loseta en un andén, concluyen que el elemento prefabricado se deformara aunque la base estructurante falle, pero esta no sufrirá de fracturas ni desgarramiento.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Ensayo de absorción

El ensayo de absorción se realiza para establecer el porcentaje de absorción de agua para las losetas prefabricadas de concreto, según la NTC 4992 (Norma Técnica Colombiana, 2004), el porcentaje máximo de absorción debe ser del 6%, para el ensayo se utilizan tres muestras de la loseta caucho a la que se le adecuara un tubo plástico transparente a la base utilizando látex como adhesivo para sellar todo espacio entre la loseta y este, se deja secar una primera capa de adhesivo y se le agrega una segunda capa para prevenir posibles filtraciones al momento de verter el agua, luego de dejar secando la muestras por 8 horas se procede a realizar el ensayo.

Se toma una jarra de agua para hacer la medición del agua que se va a depositar en el cilindro plástico, se hace una prueba con 0.70 Lts de agua para la primera prueba, para las otras dos se hace con 1 litro de agua. Se coloca un recipiente de plástico en la parte de debajo de las muestras para ver la filtración de agua que pueda ocurrir durante el ensayo.



Ilustración 27: medición de niveles de agua para prueba de absorción en las losetas.



Ilustración 28: loseta de muestra con la adecuación de tubo transparente para el ensayo de absorción.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Se procede a depositar el agua en las muestras para determinar el porcentaje de absorción de la loseta prefabricada en caucho, durante el proceso se observó que el agua inmediatamente después de introducirla en el cilindro el nivel empezó a disminuir de manera acelerada. El agua empieza a salir por la parte de debajo de la loseta se midió el tiempo que demora el agua en filtrarse a través de la loseta, la primera muestra de 0.70Lts de agua demora 47 segundos en filtrar el agua hacia el suelo, la segunda y tercera muestra de 1Lt tomaron 38 segundos en un tubo de plástico con 4" de diámetro, en el primer caso la loseta se apoyó directamente con el suelo lo que hizo que el proceso tomara más tiempo aunque se haya utilizado menos cantidad de agua, las otras dos muestras se elevaron sobre un recipiente vacío formando un vacío entre la loseta de muestra y la superficie del recipiente, esto hizo que el procedimiento se acelerara ya que no hay acumulamiento de agua como en el primer caso contra el piso. Luego de 5 minutos de que la loseta escurriera el agua sobrante de la prueba se retiraron las dos muestras del recipiente para realizar las mediciones.

Al depositar de nuevo el agua del recipiente en que se apoya la loseta, en la jarra se encontró que tenía la misma cantidad de agua, 1lt. Lo que lleva a la conclusión de que la loseta debido a ser construida con una materia prima y un adhesivo como el caucho y el látex respectivamente que tienen como una de sus características principales la propiedad de ser impermeables, no tiene porcentaje de absorción de agua. Lo que se obtiene con este ensayo es que la loseta tiene un alto grado de filtración de agua lo que permite un drenaje en el andén que no es posible con las losetas concreto.

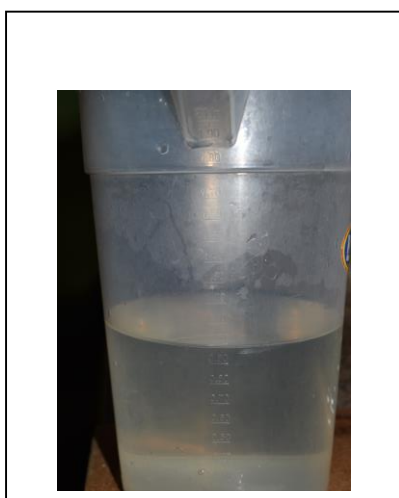


Ilustración 29: medición de la filtración de agua en las losetas de muestra.

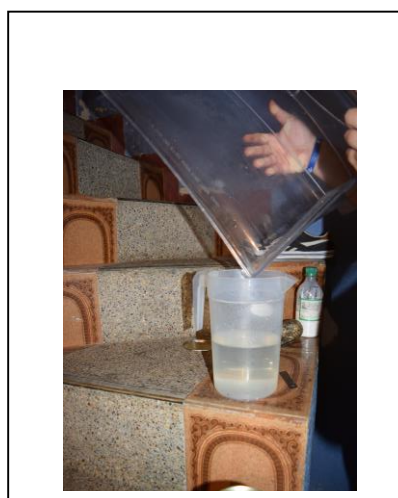


Ilustración 30: recolección de agua en recipiente medidor.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Análisis y resultados

Cumplidas las actividades y recolectados cada uno de los resultados obtenidos de los ensayos, se realiza un análisis de los datos y se comparan con las pruebas establecidas en las normas para definir la viabilidad de utilización de una loseta prefabricada de caucho en una franja peatonal del sistema de andenes del espacio público de Bogotá.

Análisis presupuestal

Para realizar un análisis de costos del proyecto, se tomaron como referencias cotizaciones hechas a empresas concreteras fabricantes de prefabricados en concreto, fichas técnicas de estas empresas, entrevistas hechas a contratistas especializados en obras de espacio público, para saber precios de instalación además de tiempos en cuanto a rendimiento de obra (ver anexo número 2-entrevistas). Teniendo esta información se empieza a realizar un análisis de precios unitarios para comparar los dos tipos de prefabricados.

Tabla 12: cuadro de análisis de precios unitarios para loseta prefabricada en grano de caucho reciclado.

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA			UNIVERSIDAD La Gran Colombia 		
FACULTAD DE ARQUITECTURA					
TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO		ELABORACION DE UNA LOSETA PREFABRICADA DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO PARA USO EN FRANJAS PEATONALES DEL SISTEMA DE ANDENES DE ESPACIO PUBLICO			
A. DATOS GENERALES					
ITEM		DESCRIPCION			UNIDAD
1		LOSETA PREFABRICADA EN CAUCHO REF. A-50			UND
B. DATOS ESPECIFICOS.					
1. Equipo					
DESCRIPCION		TIPO	TARIFA	RENDIMIENTO	VR. UNITARIO

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

MAQUINA DE COMPACTACION	MANUAL	\$ 96		5000	\$ 96
PESA PARA PESAR	MANUAL	\$		N/A	\$ 0
SUBTOTAL					\$ 96
2. MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD		PRECIO UNIT	VR. UNITARIO
GRANO DE CAUCHO RECICLADO	Kg	5		500	\$ 2.500
LATEX	Lb	1		5000	\$ 5.000
ACEITE USADO DE COCINA	Lts	0,10		N/A	\$
SUBTOTAL					\$ 7.500
3. mano de obra					
TRABAJADOR	HORA	JORNAL	JORNAL TOTAL	REND./HORA	VR. UNITARIO
MEZCLADOR	2.872,73	8	22.982	4	\$ 2.298
AYUDANTE	2.872,73	8	22.982	4	\$ 2.298
SUBTOTAL					\$ 4.596
TOTAL COSTOS					\$ 12.192

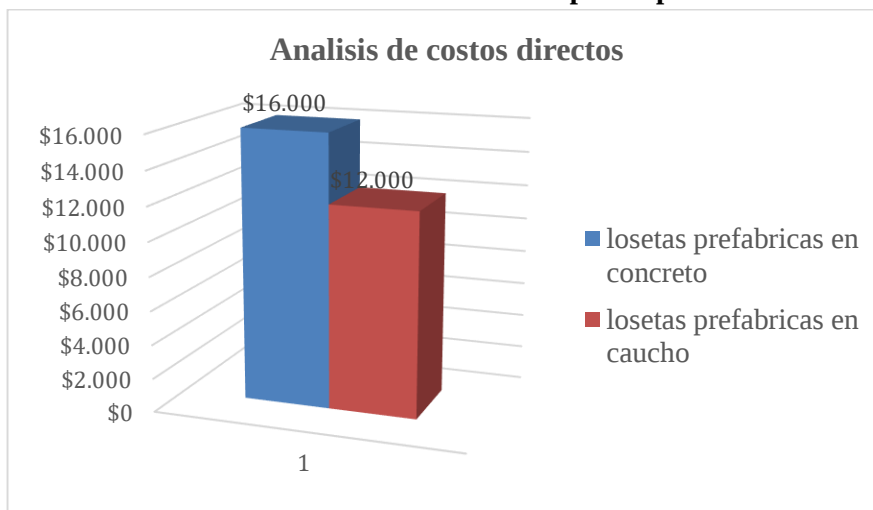
Realizado el análisis de precios unitarios, se llegó a la conclusión de que en las condiciones en que se desarrollaron los prototipos de losetas su precio final es de \$12.192 COP, este precio debido al proceso ordinario por el que se obtuvieron los prototipos. Este precio se puede reducir al momento de implementar equipos industrializados que reemplacen los procesos de mezclado y llenado de los moldes que optimizaran los tiempos en más del 50% del procedimiento actual, esto también contando con una prensa especializada que aumente la capacidad de losetas por proceso y así optimizar tiempos de fabricación y economizar en mano de obra. En el análisis se consideró la vida útil de la maquina en cargada de hacer la compactación, en este caso se tomó como 5000 las piezas que puede realizar hasta cumplir su ciclo.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

El precio del caucho también se puede ver afectado en caso de que se opte por realizar el reciclado desde el principio de las llantas, siendo este el caso la materia prima que se necesita para realizar las losetas disminuiría en costos en aproximadamente la mitad. El látex utilizado en cantidades grandes podría economizar el precio de este, utilizando como intermediario directo las empresas encargadas de extraer el producto. Para el desencofrante se podrían buscar formas de reciclaje de aceite para utilizarlos en los procesos y economizar en otro tipo de desencofrante. Para el cálculo de las jornadas para los trabajadores se tomaron los precios del salario mínimo vigente en Colombia, y se dividió para obtener el valor de una hora trabajada y su rendimiento, con un proceso industrializado el rendimiento de los trabajadores cambiaria y se tendrían más elementos fabricados por hora trabajada.

En comparación con las losetas actuales sus precios oscilan entre 12.000 y 16.000 pesos dependiendo la empresa que los fabrique, teniendo esto en cuenta las losetas propuestas tendrían cabida en el entorno de los prefabricados para el mobiliario del espacio público de la ciudad, cabe agregar que la cartilla de andenes diseñada por la sociedad colombiana de arquitectos y la secretaria de planeación distrital en coordinación con otras, ha sido también adoptada por varias otras ciudades de Colombia como por ejemplo Bucaramanga, barranquilla y pasto. Ha sido aporte importante para el diseño de espacio público para otros países en américa del sur por lo que el elemento prefabricado propuesto podría utilizarse además de la ciudad de Bogotá en otras ciudades del país y en otras ciudades de américa del sur.

Tabla 13: análisis de costos directos de los dos tipos de prefabricados



Análisis medio ambiental

Para el análisis del medio ambiente se investigaron los procedimientos para la fabricación del cemento y se encontró la destrucción que producen las canteras para la obtención de la materia prima para la creación del cemento, estas destruyen las montañas acabando con estas los ecosistemas y contaminando fuentes de agua, también las emisiones que las plantas cementeras emanan contaminan la atmosfera y algunas de las partículas residuales del proceso causan molestias a las personas ubicadas circundantemente alrededor de las plantas. Para no cambiar y profundizar el tema de estudio, Estas son algunas de las consecuencias de fabricar cemento, aunque ya existen varias leyes que regulan estos procesos y las empresas concreteras han trabajado para reducir los porcentajes de emisión.

La propuesta realizada en esta tesis busca, además de dar una solución al problema que se encuentra en los andenes del espacio público de la ciudad, proponer el uso de materiales reciclados para fabricación de productos como las losetas, mediante procesos que no utilicen altas temperaturas y así evitar emisiones de gases contaminantes a la atmosfera. Todo el material utilizado para la fabricación de la loseta prefabricada en caucho es reciclada y natural, como es el caso del caucho y el aceite quemado que se obtienen a partir de procesos de reciclaje y que se encuentran en grandes cantidades en varias ciudades del país.

Con los ensayos realizados en las muestras del prefabricado se concluyó que se podría diseñar ya no solo un elemento del andén sino todo un sistema de andén permeable con otro tipo de elementos reciclados utilizados como base, que permita la recolección de aguas lluvias, además de evitar los encharcamientos y salpicaduras de agua en los senderos de espacio público.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Análisis y resultados de la competencia

Los resultados obtenidos de las diferentes actividades realizadas a lo largo del proceso, y cumpliendo con los objetivos expuestos de comparar dos elementos prefabricados para su uso en andenes de espacio público, el de concreto utilizado actualmente y el de caucho propuesto por el grupo de trabajo de esta tesis, son los siguientes:

1. Para solucionar la fractura y el desportillamiento se utilizó el caucho debido a que este como una de sus características principales es flexible lo que soluciona el problema, aparte de esto se concluyó que la resistencia de carga por loseta es de 17 toneladas mínimo debido a que las muestras no se fallaron y no sufrieron deformación lateral.
2. Se concluyó que la loseta de caucho amortigua los pasos de los transeúntes y que al ser sometida a punzonamiento en pequeñas áreas esta se puede deformar en sentido vertical, pero alrededor de 5 a 6 minutos después esta vuelve a la forma original.
3. Se concluyó con los procedimientos actuales que el precio de la loseta es actualmente competitivo en el mercado estando al margen de algunas empresas concreteras que fabrican estos prefabricados, pero que este se valor se puede disminuir mediante el uso de equipos industrializados optimizando tiempos de entrega y economizando la mano de obra, dependiendo esto se podrían optimizar los tiempos actuales en más de un 100%
4. El ensayo de absorción concluyo que la loseta prefabricada en caucho no tiene porcentaje de absorción debido a que tanto el caucho como el látex son materiales impermeables. Lo que se logro fue obtener un elemento prefabricado que filtra el agua a las capas inferiores del suelo, esto significa que utilizando un prefabricado de caucho se evitaban encharcamientos y salpicaduras de agua en los senderos de espacio público de la ciudad. tomando esta primicia se podrían diseñar a futuro un sistema de anden permeable que utilizando la filtración de agua de las losetas se podrían utilizar drenajes debajo de las capas estructurantes de este para dirigir el agua a almacenamientos naturales y/o plantas de tratamiento para su uso en varios campos.
5. Se realizó una prueba de desgaste en el elemento usando el tramo de prueba para simular las condiciones de uso normales de un sendero peatonal, al someter los elementos prefabricados propuestos durante el lapso de dos meses, se retiran 3 de las muestras instaladas para compararlas con las medidas iniciales y se concluyó que las losetas no sufrieron desgaste en el tiempo que estuvieron instaladas.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Referencias

- Alcaldia Mayor de Bogota. (2005). *Decreto 215 del 2005*. Bogota: Secretaria General de la Alcaldia Mayor de Bogota.
- Alcaldia Mayor de Bogota. (2015). *Decreto 442 del 2015*. Bogota: Alcaldia Mayor de Bogota.
- Bogota Como Vamos. (28 de Enero de 2016). *Bogota Como Vamos*. Obtenido de Bogota ComoVamos: <http://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.bogotacomovamos.org%2Fblog%2Facciones-para-la-apropiacion-y-cuidado-del-espacio-publico%2F&h=PAQFQpp7z&s=1>
- Bogota ComoVamos. (2013). *Informe de Calidad de Vida 2013*. Bogota D.C: Secretaria Distrital.
- D.C., S. G. (04 de 08 de 1998). *alcaldia de bogota*. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1259>
- Ecoarea. (Julio de "016). *Ecoarea*. Obtenido de Ecoelastic: <http://ecoarea.co/productos-y-servicios/ecoelastic.html>
- Ecopiano. (Julio de 2016). *Ecopiano*. Obtenido de Pisos de Goma con Caucho Reciclado para Gimnacios: <http://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.ecopianopisosdegoma.com.ar%2Fpisos-de-goma-para-gimnacios-crossfit-de-caucho-reciclado.php&h=qAQE4Sp3f>
- IDU. (24 de noviembre de 2014). *indicadores de espacio publico en las localidades*. Obtenido de INSTITUTO DE DESARROLLO: <https://www.idu.gov.co/sistema-de-infraestructura-vial-y-espacio-publico/innovacion/portafolio-de-productos>
- Instituto de Desarrollo Urbano. (2013). *Indicadores de Espacio Publico en las Localidades*. Bogota D.C: Secretaria Distrital.
- Instituto Mexicano del Cemento y Concreto. (2004). *Conceptos Basicos Del Concreto*. Mexico: Fondo editorial IMCYC.
- Jampion. (Julio de 2016). *Jampion*. Obtenido de Tecnologia de Victoria: <http://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.masterfibrajampion.com%2Finicio%2Findex.php%2F2-uncategorised&h=IAQEz1oBT&s=1>
- Laura Cardona Gomez, L. M. (2011). *Aprovechamiento de llantas usadas para la fabricacion de pisos decorativos*. Medellin: Universidad de Medellin.
- Norma Tecnica Colombiana. (2004). *NTC 4992, Losetas en Concreto para Pavimento*. Bogota: Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certicacion (INCONTEC).
- Pablo Paramo, A. M. (2012). *Valoracion de las Condiciones Que Hace Habitable el Espacio Publico en Colombia*. Bogota: Territorios 28.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Pegasa. (Julio de 2016). *Pegasa*. Obtenido de Latex :

<http://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.pegasa.es%2Flatex%2F&h=IAQH4fxmM&s=1>

Planeacion, S. d. (2015). *Cartilla de Andenes*. Bogota D.C: Secretaria Distrital.

PubliMotos. (nueve de Marzo de 2016). *PubliMotos*. Obtenido de Noticias:

<http://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.publimotos.com%2Fes%2Findex.php%2Fnoticias%2Factualidad%2F1187-asfalto-con-llantas-recicladas-para-las-nuevas-vias-en-colombia-2&h=NAQHfdlrs&s=1>

Secretaria Distrital de Planeacion. (2015). *Cartilla de Andenes Bogota D.C*. Bogota D.C: Secretaria Distrital.

Secretaria Distrital de Planeacion. (Julio de 2016). *Secretaria de Planeacion*. Obtenido de Estadísticas:

<http://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.sdp.gov.co%2Fportal%2Fpage%2Fportal%2FPortalSDP%2FInformacionTomaDecisiones%2FEstadisticas%2FGran%2520Visor&h=qAQE4Sp3f>

Secretaria Distrital de Ambiente y Movilidad. (2011). *Resolucion 6981 de 20011*. Bogota: Secretaria General de la Alcandia Mayor de Bogota.

Titan Cemento. (Julio de 2016). *Titan*. Obtenido de Espacio Publico:

<http://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.titancemento.com%2Fproductos%23espacio-publico&h=eAQHuKI4f&s=1>

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Bibliografía

Alcaldia Mayor de Bogota. (2005). *Decreto 215 del 2005*. Bogota: Secretaria General de la Alcaldia Mayor de Bogota.

Alcaldia Mayor de Bogota. (2015). *Decreto 442 del 2015*. Bogota: Alcaldia Mayor de Bogota.

Bogota Como Vamos. (28 de Enero de 2016). *Bogota Como Vamos*. Obtenido de Bogota ComoVamos: <http://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.bogotacomovamos.org%2Fblog%2Facciones-para-la-apropiacion-y-cuidado-del-espacio-publico%2F&h=PAQFQpp7z&s=1>

Bogota ComoVamos. (2013). *Informe de Calidad de Vida 2013*. Bogota D.C: Secretaria Distrital.

D.C., S. G. (04 de 08 de 1998). *alcaldia de bogota*. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1259>

Ecoarea. (Julio de '016). *Ecoarea*. Obtenido de Ecoelastic: <http://ecoarea.co/productos-y-servicios/ecoelastic.html>

Ecopiano. (Julio de 2016). *Ecopiano*. Obtenido de Pisos de Goma con Caucho Reciclado para Gimnacios: <http://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.ecopianopisosdegoma.com.ar%2Fpisos-de-goma-para-gimnacios-crossfit-de-caucho-reciclado.php&h=qAQE4Sp3f>

IDU. (24 de noviembre de 2014). *indicadores de espacio publico en las localidades*. Obtenido de INSTITUTO DE DESARROLLO: <https://www.idu.gov.co/sistema-de-infraestructura-vial-y-espacio-publico/innovacion/portafolio-de-productos>

Instituto de Desarrollo Urbano. (2013). *Indicadores de Espacio Publico en las Localidades*. Bogota D.C: Secretaria Distrital.

Instituto Mexicano del Cemento y Concreto. (2004). *Conceptos Basicos Del Concreto*. Mexico: Fondo editorial IMCYC.

Jampion. (Julio de 2016). *Jampion*. Obtenido de Tecnologia de Victoria: <http://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.masterfibrajampion.com%2Finicio%2Findex.php%2F2-uncategorised&h=IAQEz1oBT&s=1>

Laura Cardona Gomez, L. M. (2011). *Aprovechamiento de llantas usadas para la fabricacion de pisos decorativos*. Medellin: Universidad de Medellin.

Norma Tecnica Colombiana. (2004). *NTC 4992, Losetas en Concreto para Pavimento*. Bogota: Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certicacion (INCONTEC).

Pablo Paramo, A. M. (2012). *Valoracion de las Condiciones Que Hace Habitable el Espacio Publico en Colombia*. Bogota: Territorios 28.

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Pegasa. (Julio de 2016). *Pegasa*. Obtenido de Latex :

<http://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.pegasa.es%2Flatex%2F&h=IAQH4fxmM&s=1>

PubliMotos. (nueve de Marzo de 2016). *PubliMotos*. Obtenido de Noticias:

<http://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.publimotos.com%2Fes%2Findex.php%2Fnoticias%2Factualidad%2F1187-asfalto-con-llantas-recicladas-para-las-nuevas-vias-en-colombia-2&h=NAQHfdIrs&s=1>

Secretaria de Planeación. (2015). *Cartilla de Andenes*. Bogota D.C: Secretaria Distrital.

Secretaria Distrital de Planeacion. (2015). *Cartilla de Andenes Bogota D.C*. Bogota D.C: Secretaria Distrital.

Secretaria Distrital de Planeacion. (Julio de 2016). *Secretaria de Planeacion*. Obtenido de Estadísticas:

<http://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.sdp.gov.co%2Fportal%2Fpage%2Fportal%2FPortalSDP%2FInformacionTomaDecisiones%2FEstadisticas%2FGran%2520Visor&h=qAQE4Sp3f>

Secretaria Distrital de Ambiente y Movilidad. (2011). *Resolucion 6981 de 20011*. Bogota: Secretaria General de la Alcandia Mayor de Bogota.

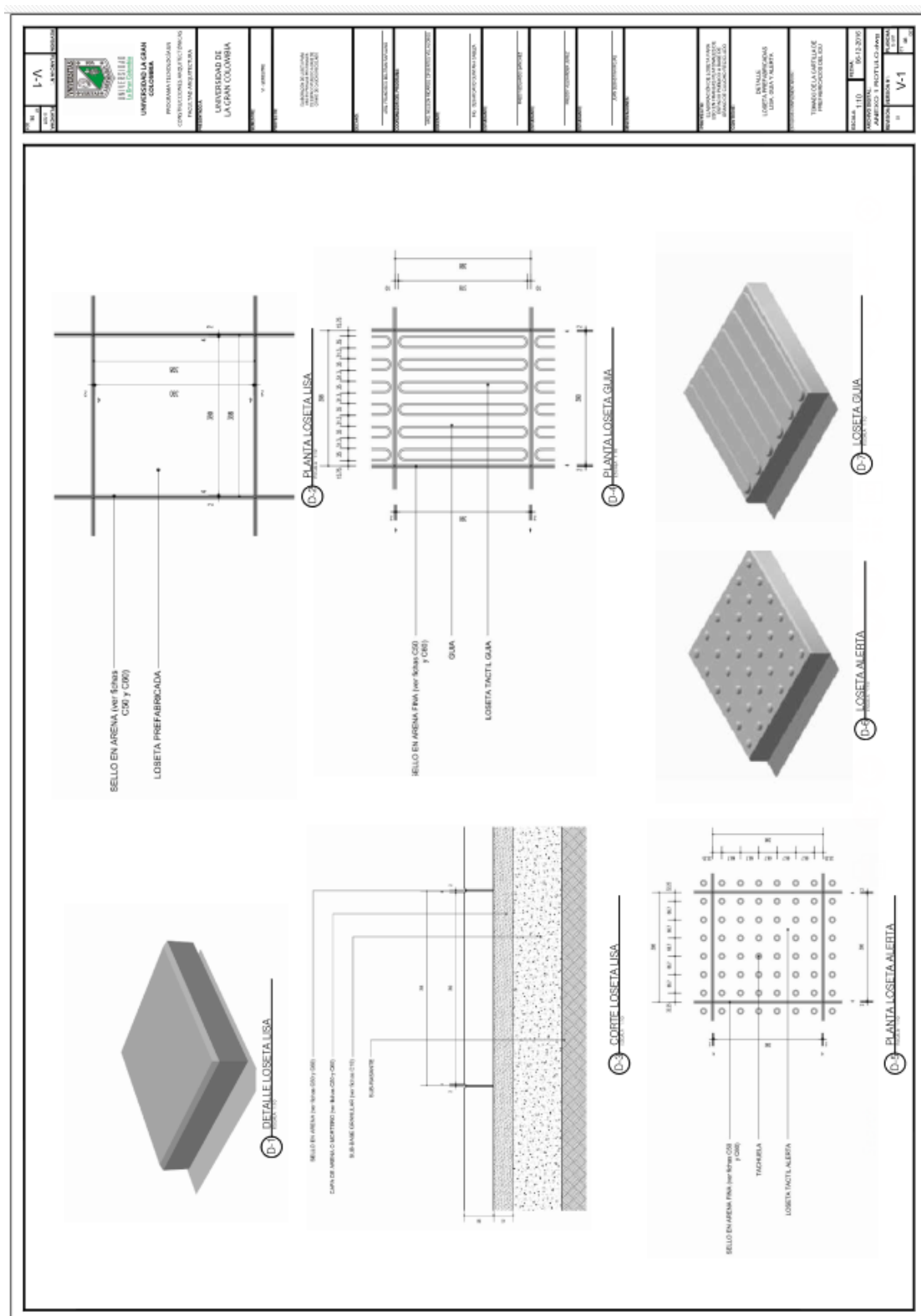
Titan Cemento. (Julio de 2016). *Titan*. Obtenido de Espacio Publico:

<http://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.titancemento.com%2Fproductos%23espacio-publico&h=eAQHuKI4f&s=1>

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

Anexos

ANEXO 1: Detalles de losetas prefabricadas en concreto



LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

ANEXO 2: Ficha técnica de loseta prefabricada en grano de caucho


PREFABRICADOS EN CAUCHO

Loseta prefabricada **A-50**

Descripción

Pieza prefabricada en grano de caucho reciclado para uso en andenes peatonales.

Ventajas

- 3,5 veces mas liviano en comparación con la loseta de concreto
- Fácil manejo e instalación por su bajo peso.
- Optimiza tiempos de transporte al permitir el doble de carga en camiones por su peso.
- No sufre fracturas aun cuando la base falle, se adapta a posibles desniveles del andén, causados por una incorrecta instalación o por fallas del suelo subrasante.
- 100% ecológico, debido al uso de materiales reciclados y de extracción natural no contaminante.
- Filtra el agua, no la absorbe, lo que permite una recolección de aguas lluvias, asimismo no permite encharcamientos en el andén.
- Comodidad al caminar para los peatones, además de amortiguar posibles caídas.

Colores

Medidas:
40 cm x 40 cm x 6 cm

Otros formatos
A-20;A-55;A-56;A-60




peso	6,25 kg
Texturas	Lisa, guía, pergamino y alerta
Absorción de agua	0%
Resistencia a compresión	17.000 kg UND.
Normativa al uso	NTC 4992

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

ANEXO 3: Entrevistas

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA		
Facultad de arquitectura		
Tecnología en construcciones arquitectónicas		
Entrevista-trabajadores de obra de andenes		
Elaboración de una loseta para uso en franjas peatonales de espacio publico a base de grano de caucho reciclado (GCR).		
	UNIVERSIDAD La Gran Colombia	

Nombre: Cesar Augusto González Beltrán		Edad	40
Cargo o profesión: arquitecto		Años de Experiencia	2
1. ¿Cómo califica el estado actual de los andenes en Bogotá?	en mal estado		
2. ¿Qué ventajas ve en la loseta prefabricada?	una loseta que aporta es el uso de materiales reciclados		
3. ¿Qué deficiencias ve en la loseta?	en el momento ninguno puesto que es competitiva frente a la loseta en concreto. En precio y facilidad de instalación		
4. ¿Cómo se podría mejorar las debilidades de la loseta?	durante el uso de la loseta se podría encontrar las debilidades del producto para poder mejorarlo		
5. ¿Qué materiales ha visto que se utilizan como losetas?	concreto y arcilla		
6. ¿Qué otro material podría reemplazar el concreto según su criterio?	material reciclado tipo botellas plásticas y otros materiales de desechos de construcción		
7. ¿Qué opina sobre una loseta prefabricada en caucho?	es un buen aporte al uso de materiales reciclados eco amigables		
8. ¿Qué ventajas y desventajas cree que podría tener?	el uso de la loseta y la duración de la misma lo cual habría que probar para conocer su ventaja desventaja. Además como ventaja la instalación y el que no sufra rotura o daños durante el proceso de instalación		

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA		
Facultad de arquitectura	 	
Tecnología en construcciones arquitectónicas		
Entrevista-trabajadores de obra de andenes		
Elaboración de una loseta para uso en franjas peatonales de espacio público a base de grano de caucho reciclado (GCR).		

Nombre: MARCOS CARDOZO		Edad	55
Cargo o profesión: ING CIVIL-REPRESENTANTE LEGAL DE EDICIÓN SAS		Años de Experiencia	27
1.	¿Cómo califica el estado actual de los andenes en Bogotá?	CRITICO: hay sectores que están bien pero no son más que el 10%	
2.	¿Qué ventajas ve en la loseta prefabricada?	agilidad, y la presentación	
3.	¿Qué deficiencias ve en la loseta?	la estabilidad es bastante cuestionada porque el más del 50% son levantadas o están en mal estado	
4.	¿Cómo se podría mejorar las debilidades de la loseta?	el problema no está en la loseta, el problema es la cimentación de la loseta estructura	
5.	¿Qué materiales ha visto que se utilizan como losetas?	concreto arcilla no hay alternativas ecológicas o son muy pocas	
6.	¿Qué otro material podría reemplazar el concreto según su criterio?	materiales reciclados	
7.	¿Qué opina sobre una loseta prefabricada en caucho?	me parece interesante, es innovador, es un material que puede durar bastante.	
8.	¿Qué ventajas y desventajas cree que podría tener?	ventajas: ecológico recupera algo de la basura que botamos al medio ambiente, puede ser más económico y más rápido de instalar, colores desventajas: desgaste compararlo contra las de concreto y verificar el sistema de instalación para verificar que no se desprenda fácilmente.	

LOSETA A BASE DE GRANO DE CAUCHO RECICLADO.

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA		
Facultad de arquitectura	 	
Tecnología en construcciones arquitectónicas		
Entrevista-trabajadores de obra de andenes		
Elaboración de una loseta para uso en franjas peatonales de espacio público a base de grano de caucho reciclado (GCR).		

Nombre: William Lopez		Edad	56
Cargo o profesión: CONTRATISTA		Años de Experiencia	22
1.	¿Cómo califica el estado actual de los andenes en Bogotá?	Mi calificación de 1 a 10, es 5. El estado de los andenes de Bogotá esta bastante deteriorado	
2.	¿Qué ventajas ve en la loseta prefabricada?	El rendimiento de obra esta en los prefabricados, la calidad de lo materiales y dependiendo la distribución para dar las garantías .	
3.	¿Qué deficiencias ve en la loseta?	La deficiencia esta en los ditriuidores, influye mucho la calidad de los materiales.	
4.	¿Cómo se podría mejorar las debilidades de la loseta?	Su costo pero esto ya va es en la calidad del material. Pero como tal del elemento seria buscar alguna mezcla o un cambio de material para que sea incorporado en el espacio público, dando garantías de los prefabricados como de su comodidad de instalación.	
5.	¿Qué materiales ha visto que se utilizan como losetas?	Concreto o arena cemento	
6.	¿Qué otro material podría reemplazar el concreto según su criterio?	Prodia ser el caucho, que se utiliza como superficie en parques con esto se lograria crear un prefabricado en caucho	
7.	¿Qué opina sobre una loseta prefabricada en caucho?	Es una muy buena opción ya que puede dar comodidad al peaton de caídas y tránsito, eso si evaluando los estándares de garantía para que se pueda ser instalar en el espacio público.	
8.	¿Qué ventajas y desventajas cree que podría tener?	La comodidad de tránsito y la de su instalación ya que podría ser un elemento que ayude con el rendimiento de obra al ser de pronto de bajo peso comparada con la de concreto . Como desventajas seria que las losetas cumplan con los estándares requeridos y que si sea aceptada para usar en el espacio público .	