



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA ARQUITECTURA

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO**

TEMA:

**PIEDRAS DE ENCHAPE A PARTIR DE SACOS DE CEMENTO Y
FIBRA DE BANANO RECICLADOS PARA EDIFICACIONES**

TUTORA:

MSC. SUSANA MARIANA SOTOMAYOR ROBLES

AUTORES:

MADRUÑERO ASTUDILLO KAREN GEORGINA

SALAZAR ALVAREZ DENISSE PAULETTE

GUAYAQUIL –ECUADOR

2021

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Piedras de enchape a partir de sacos de cemento y fibra de banano reciclados para edificaciones	
AUTOR/ES: Madruñero Astudillo Karen Georgina Salazar Álvarez Denisse Paulette	REVISORES O TUTORES: Sotomayor Robles Susana Mariana, Mg. Dis.
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafructe de Guayaquil	Grado obtenido: Arquitecto
FACULTAD: Facultad de ingeniería, industria y construcción	CARRERA: Arquitectura
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2021	N. DE PAGS: <u>112</u>
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Arquitectura, tratamiento de desechos, materiales de construcción, investigación, diseño	
RESUMEN: El tema referente a la elaboración de piedras de enchape a partir de sacos de cemento y fibra de banano reciclados para edificaciones tiene como fin crear un material eco-sustentable, empleando materiales ecológicos que no agoten los recursos naturales. Es así como este producto aportará en la mejora del ambiente, reciclando y dándole un nuevo uso a las materias primas como lo son la fibra de banano y sacos de cemento; obteniendo como resultado un material decorativo con variedad de diseños, colores, de fácil instalación y de un costo menor a los que encontramos actualmente en el mercado. Se realizaron 7 prototipos a los cuales se les dio diferentes dosificaciones, de los cuales a 2 prototipos no se les realizaron las pruebas porque al momento de desmoldarlas se quebraron, por lo tanto, se determinó que la dosificación utilizada no cumpliría con lo que indica la norma. A los demás prototipos se les realizaron las pruebas físicas y mecánicas según la norma INEN correspondiente, de las cuales un prototipo cumplió con todos los estándares indicados. Por lo que se concluyó que se puede obtener una piedra de enchape a base de materia prima reciclada a un bajo costo.	

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Madruñero Astudillo Karen Georgina Salazar Álvarez Denisse Paulette	Teléfono: 0993698912 0985588476	E-mail: kmadruneroa@ulvr.edu.ec dsalazara@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	<p>MSc. Ing. Alex Bolibar Salvatierra Espinoza Cargo: Decano de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción Teléfono: (04)-259 6500 Ext. 242 E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec</p> <p>MSc. María Eugenia Dueñas Cargo: Directora de Carrera de Arquitectura Teléfono: (04)-259 6500 Ext. 209 E-mail: mduenasb@ulvr.edu.ec</p>	

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

Tesis Final

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%	5%	0%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	cibimrevista1.files.wordpress.com Fuente de Internet	1%
2	www.ecured.cu Fuente de Internet	1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
4	www.yumpu.com Fuente de Internet	<1%
5	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%
7	Submitted to Universidad Abierta para Adultos Trabajo del estudiante	<1%
8	conferences.eagora.org Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Roosevelt High School Trabajo del estudiante	<1%

10	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
11	agroyverde.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
13	Submitted to upec Trabajo del estudiante	<1 %
14	Submitted to Universidad Manuela Beltrán Virtual Trabajo del estudiante	<1 %
15	revistadp.com Fuente de Internet	<1 %
16	www.powtoon.com Fuente de Internet	<1 %
17	www.tamayoycia.com Fuente de Internet	<1 %
18	www.aconstruir.com Fuente de Internet	<1 %
19	www.doccity.com Fuente de Internet	<1 %
20	tecnologiayciencia2014.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %

21	Submitted to Universidad de Medellin Trabajo del estudiante	<1%
22	losrio.blogspot.com Fuente de Internet	<1%
23	Submitted to Universidad Católica del CIBAO Trabajo del estudiante	<1%
24	prezi.com Fuente de Internet	<1%

Handwritten signature

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 10 words

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El(Los) estudiante(s) egresado(s) **Denisse Paulette Salazar Álvarez y Karen Georgina Madruñero Astudillo**, declara (mos) bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, **PIEDRAS DE ENCHAPE A PARTIR DE SACOS DE CEMENTO Y FIBRA DE BANANO RECICLADOS PARA EDIFICACIONES**, corresponde totalmente a el(los) suscrito(s) y me (nos) responsabilizo (amos) con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo (emos) los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)

Firma: 

DENISSE PAULETTE SALAZAR ÁLVAREZ

C.I. 0923666523

Firma: 

KAREN GEORGINA MADRUÑERO ASTUDILLO

C.I. 0930462627

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación **PIEDRAS DE ENCHAPE A PARTIR DE SACOS DE CEMENTO Y FIBRA DE BANANO PARA EDIFICACIONES**, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de INGENIERIA INDUSTRIA Y CONSTRUCCION de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: **PIEDRAS DE ENCHAPE A PARTIR DE SACOS DE CEMENTO Y FIBRA DE BANANO PARA EDIFICACIONES**, presentado por los estudiantes **Denisse Paulette Salazar Álvarez** y **Karen Georgina Madruñero Astudillo** como requisito previo, para optar al Título de **ARQUITECTO**, encontrándose apto para su sustentación.

Firma: 

MSC. Susana Sotomayor Robles
Tutora del trabajo de investigación
C.C. 0907501050

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme gozar de salud en estos tiempos difíciles, agradecerle por permitirme culminar con alegría una meta más en mi vida y con la satisfacción de que con esfuerzo se logran grandes cosas.

A mis padres que me enseñaron a valorar cada uno de los momentos y circunstancias que permitieron que termine una de las etapas más importantes, gracias a su constancia y sacrificio esto es por ustedes.

A mi esposo e hijo que son el motor principal para ser cada día mejor, por la paciencia y comprensión que me tuvieron.

A mi tutora que con mucha paciencia ayudó a que este trabajo de investigación se lleve a cabo y sea culminado con éxito, mucha gratitud por el esfuerzo y la constancia.

KAREN GEORGINA MADRUÑERO ASTUDILLO

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado a mis padres con mucho cariño y amor; este logro va por ustedes que estuvieron conmigo en todo momento; que siempre me motivaban para que continúe y termine mis estudios.

Dedico este logro a mis hermanos y decirles que nunca olviden de luchar por sus sueños y persistir por lo que quieren.

Va dedicado a mi esposo Jose Enrique y mi hijo Lucas; mi hermosa familia para ustedes va dedicado este logro que con esfuerzo he terminado con mucha felicidad junto a ustedes.

KAREN GEORGINA MADRUÑERO ASTUDILLO

AGRADECIMIENTO

A Dios, porque ha sido mi luz para seguir adelante y no permitir que me dé por vencida en ningún momento.

A mis padres y hermanos, por el apoyo incondicional y sus consejos, que me han ayudado a crecer como persona y a luchar por lo que quiero.

A mi esposo e hija, por siempre estar a mi lado a lo largo de mis estudios, por la comprensión y confianza que me han brindado en los momentos difíciles.

A los maestros, por dedicar sus conocimientos y experiencia en cada clase brindada.

A mi tutora y compañera de tesis, por el tiempo, dedicación y paciencia para la correcta elaboración de este trabajo de titulación.

DENISSE PAULETTE SALAZAR ÁLVAREZ

DEDICATORIA

Dedico en primer lugar a Dios, por darme vida, salud y sabiduría a lo largo del estudio.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres que, sin su apoyo, consejos y amor no hubiera logrado esta etapa de mi vida. Gracias a ellos tengo lo que tengo, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia y mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mi esposo, que juntos logramos nuestras metas con apoyo mutuo, para dar lo mejor a nuestra hija.

DENISSE PAULETTE SALAZAR ÁLVAREZ

INDICE GENERAL

1	Introducción.....	1
1.1	Tema	2
1.2	Planteamiento del problema.....	2
1.3	Formulación del problema.	4
1.4	Sistematización del problema.....	4
1.5	Objetivo General.....	4
1.6	Objetivos Específicos.....	4
1.7	Justificación.....	4
1.8	Delimitación del problema.....	6
1.9	Hipótesis.....	6
1.10	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.	7
1.10.1	Materiales de construcción.....	7
2	Marco teórico	8
2.1	Marco teórico referencial	9
2.1.1	Uso de fibras vegetales procedentes de explotaciones agrícolas en la edificación sostenible.....	9
2.1.2	Fabricación de piedra artificial a partir de residuos	10
2.1.3	Sacos Verdes Argos.....	11
2.1.4	Estudio comparativo del comportamiento mecánico entre placas decorativas de piedra natural y placas decorativas a base de mezcla de hormigón con inclusión de vidrio reciclado.....	12
2.1.5	Elaboración de un prototipo de lámina aglomerada como elemento interior a base de cascarilla de arroz con muyuyo para la cooperativa Voluntad de Dios....	13
2.1.6	Elaboración de un revestimiento de pared utilizando cartón reciclado y elementos tradicionales para viviendas de interés social.....	13

2.1.7	Desarrollo de un material compuesto a partir de fibras naturales para la utilización en viviendas.....	14
2.1.8	Arquitecto inspirador de las estructuras Padre Pedro H. Brüning.....	15
2.2	Marco Conceptual.....	15
2.2.1	Planta de banano.....	15
2.2.2	Tipos de bananos en el Ecuador	18
2.2.3	Cuadro estadístico de siembre, cosecha y exportación de banano en Ecuador 19	
2.2.4	Uso en la Industria.....	21
2.2.5	Zonas de producción de banano en el Ecuador	21
2.2.6	Características y cualidades de la fibra de banano.	21
2.2.7	Origen del papel Kraft	22
2.2.8	Característica del papel kraft.....	23
2.2.9	Tipos según gramaje del papel kraft.....	23
2.2.10	Usos en la industria.....	23
2.2.11	Papel Kraft en los sacos de cemento.....	23
2.2.12	Cemento	25
2.2.13	Arena.....	26
2.3	Marco Legal	28
2.3.1	Constitución del Ecuador, 2014	28
2.3.2	Toda una vida – Plan Nacional 2017-2021	29
2.3.3	Norma Técnica Ecuatoriana; Baldosas de hormigón. Requisitos y métodos de ensayo (NTE INEN 3128 2017-02)	30
3	Metodología de la investigación.....	34
3.1	Enfoque	34
3.2	Tipo de investigación.....	34

3.2.1	Exploratoria.....	34
3.2.2	Descriptiva	35
3.2.3	Experimental	35
3.3	Población y muestra.....	36
3.3.1	Población.....	36
3.3.2	Muestra	36
3.4	Técnicas	37
3.4.1	Entrevista	37
3.5	Procesamiento y análisis de la información	38
3.5.1	Cuadro consolidado de las entrevistas	47
4	Propuesta	48
4.1	Tema	48
4.2	Descripción de la propuesta	48
4.3	Cuadro de necesidades.....	49
4.4	Maquinarias y herramientas	50
4.5	Desarrollo del proyecto.....	51
4.6	Recopilación del material reciclado.....	52
4.6.1	Fibra de banano	52
4.6.2	Sacos de cemento.....	52
4.7	Tratamiento de la materia prima.....	53
4.7.1	Fibra de Banano.....	53
4.7.2	Sacos de cemento.....	54
4.8	Elaboración de prototipos	55
4.8.1	Prototipo 1	55
4.8.2	Prototipo 2.....	56

4.8.3	Prototipo 3.....	57
4.8.4	Prototipo 4.....	59
4.8.5	Prototipo 5.....	61
4.8.6	Prototipo 6.....	62
4.8.7	Prototipo 7.....	63
4.9	Experimento con acabados para la piedra con material reciclado.....	65
4.9.1	Pruebas realizadas.....	65
4.10	Presupuesto.....	71
4.11	Comparación de precios con otros materiales de revestimientos por m2	72
4.12	Instalación de las piedras de enchape	72
	Sugerencias.....	74
4.13	Ficha Técnica	75
4.14	Propuesta de revestimiento en diferentes áreas	76
	CONCLUSIONES	82
	RECOMENDACIONES	83
5	BIBLIOGRAFÍA	86

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1. Desperdicios de raquis de banano	2
Imagen 2. Escombros y desperdicios de obras	3
Imagen 3. Paneles de partículas de cáñamo y paneles alivianados de paja “KARPHOSIT”	10
Imagen 4. Muros de cáñamo/cal y cáñamo/tierra.....	10
Imagen 5. Probetas finales	11
Imagen 6. Sacos Verdes Argos.....	12
Imagen 7. Placa decorativa con vidrio reciclado.....	12
Imagen 8. Prototipos de lámina aglomerada	13
Imagen 9. Prototipos de lámina aglomerada	14
Imagen 10. Probetas de fibras naturales.....	14
Imagen 11. Iglesia de San Roque, Quito.....	15
Imagen 12. Componentes de la planta de banano	16
Imagen 13. Raquis o pinzote del banano	17
Imagen 14. Pseudotallo del banano	17
Imagen 15. Rizoma o bulbo	18
Imagen 16. Fibra del banano	22
Imagen 17: Papel Kraft	22
Imagen 18. Sacos de cemento	24
Imagen 19. Cemento	25
Imagen 20. Arena.....	27
<i>Imagen 21: Escala de Likert.....</i>	<i>36</i>
Imagen 22: Porcentajes de opiniones acerca del uso de desechos orgánicos e inorgánicos	38
Imagen 23: Piedras de enchape a base de materiales reciclados.	39
Imagen 24: Porcentaje considerado al momento de comprar piedras de enchape	40
Imagen 25: Porcentaje de posibles usos de las piedras de enchape como elemento decorativo	41
Imagen 26: Porcentaje de opiniones sobre el aporte positivo con el medio ambiente que se generaría.....	42

Imagen 27: Porcentaje profesionales que cambiarían el tipo de material que usan actualmente.....	43
Imagen 28: Porcentaje de opiniones de profesionales	44
Imagen 29: Porcentaje de opiniones del uso de este material en la construcción	45
Imagen 30: Porcentaje de cambios que generarían las piedras de enchape según los profesionales.....	46
Imagen 31: Maquinarias y herramientas	50
Imagen 32: Desarrollo del proyecto.....	51
Imagen 33: Fibra del raquis de banano	52
Imagen 34: Sacos de cemento desechados	52
Imagen 35: Raquis de banano (secado al sol)	53
Imagen 36: Fibra obtenida del raquis de banano	53
Imagen 37: Licuado de los sacos de cemento	54
Imagen 38: Fibra de papel kraft de los sacos de cemento	54
Imagen 39: Prototipo 1 antes del desmolde	55
Imagen 40: Prototipo 1.....	56
Imagen 41: Prototipo 2.....	57
Imagen 42: Mezcla de los materiales.....	58
Imagen 43: Prototipo 3.....	59
Imagen 44: Prototipo 4.....	60
Imagen 45: Prototipo 5.....	62
Imagen 46: Prototipo 6.....	63
Imagen 47: Prototipo 7.....	64
Imagen 48: Minerales para cemento	67
Imagen 49 : Prueba de agua de la piedra de enchape, resultado fallido	68
Imagen 50: Segunda prueba de agua de la piedra de enchape, mejor resultado en tono .	68
Imagen 51: Prueba de la piedra de enchape con producto químico (cloro)	69
Imagen 52: Piedra de enchape expuesta al sol	70
Imagen 53: Piedra de enchape expuesta al agua por varios días	70
<i>Imagen 54: Aplicación de la piedra de enchape.....</i>	<i>73</i>

Imagen 55: Técnicas para la aplicación de las piedras de enchape con material reciclado	73
Imagen 56: Ficha Técnica	75
Imagen 57: Aplicación de la piedra d enchape en fachada frontal (vivienda 1)	76
Imagen 58: Aplicación de la piedra de enchape en fachada lateral (vivienda 1)	77
Imagen 59: Aplicación de la piedra de enchape en fachada frontal (vivienda 2).....	78
Imagen 60: Aplicación de la piedra de enchape en fachada lateral (vivienda 2)	79
Imagen 61: Aplicación de la piedra de enchape en cocina	80
Imagen 62: Aplicación de la piedra de enchape en sala	80
Imagen 63: Aplicación de la piedra de enchape en dormitorio.....	81

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Línea de investigación institucional ULVR	6
Tabla 2: Ficha sectorial: Banano y Plátanos, superficie Cosechada.....	19
Tabla 3: Ficha sectorial: Banano y Plátanos, producción y rendimiento del Banano	19
Tabla 4: Exportaciones Nacionales de Banano por país (2013-2016) en FOB Miles USD	20
Tabla 5: Zonas de producción de banano en el Ecuador.....	21
Tabla 6: Cuadro de la población.....	36
Tabla 7: Importancia de los desechos orgánicos e inorgánicos para la elaboración de nuevos materiales.....	38
Tabla 8: Utilización de piedras de enchape con material reciclado.....	39
Tabla 9: Características consideradas al momento de comprar piedras de enchape	40
Tabla 10: Piedras de enchape como elemento decorativo	41
Tabla 11: Aporte positivo del uso de materiales reciclados en piedras de enchape.	42
Tabla 12: Cambio de materiales tradicionales por materiales a base de fibra de banano y sacos de cemento reciclados.....	43
Tabla 13: Piedras de enchape a base de materiales reciclados en el mercado de la construcción.....	44
Tabla 14: Opiniones sobre la utilización de estos materiales en la construcción.....	45
Tabla 15: Posibilidad de cambios que generarían las piedras de enchape con material reciclado.	46
Tabla 16: Cuadro consolidado de las entrevistas.....	47
Tabla 17: Cuadro de necesidades	49
Tabla 18: Dosificación prototipo 1	55
Tabla 19: Dosificación prototipo 2	56
Tabla 20: Dosificación prototipo 3	57
Tabla 21: Dosificación prototipo 4	59
Tabla 22: Dosificación prototipo 5	61
Tabla 23: Dosificación prototipo 6	62
Tabla 24: Dosificación prototipo 7	63

Tabla 25: Correspondencia entre la relación agua/cemento y la resistencia a la compresión	65
Tabla 26: Resultado de pruebas de laboratorio	66
Tabla 27: Presupuesto de piedras d enchape por unidad	71
Tabla 28: Presupuesto de piedras de enchape por M2	71
Tabla 29: Comparación de precios	72

INTRODUCCION

1 Introducción

El presente proyecto de investigación pretende darles un uso adicional a las materias primas recicladas, utilizándolas en un material que es de uso frecuente en edificaciones, como lo son las piedras decorativas. Tanto la fibra de banano y las fibras de papel kraft de los sacos de cemento son desechadas y no son aprovechadas de manera correcta. Por lo que serán implementadas en esta investigación dándoles un uso adicional.

Este tipo de piedras a base de fibras naturales hará que este material sea eco-amigable con el medio ambiente. Por consiguiente, esta es una de las características que aportará de manera positiva. Además, otras de sus características importantes son la resistencia y la durabilidad.

Con las distintas pruebas físicas o mecánicas que se realizarán a las distintas piedras se pretende llegar a la conclusión de poderlas utilizar tanto en el interior como en el exterior de las edificaciones. En cuanto al diseño de este nuevo material se plantearán variedad de diseños y colores, con un precio accesible en el mercado.

Capítulo I: Esta sección consiste en el análisis y formulación del problema conforme al tema escogido, además se tratan los objetivos generales y específicos, variables, hipótesis, justificación y alcance de la investigación.

Capítulo II: Se menciona varias investigaciones que tengan relación al tema, basado en fuentes bibliográficas reales. Y se distinguen las normas nacionales e internacionales que sirvan como referencia.

Capítulo III: Se canalizarán los procesos, mediante los cuales se van a obtener resultados que van a permitir entender e interpretar lo que necesita y desea el mercado al que va enfocada esta investigación.

Capítulo IV: Se seguirán varios procedimientos y se van a realizar varias pruebas para poder llegar al material deseado, cumpliendo con las respectivas normas. Se va a plantear varios modelos y colores para que el mercado al que va dirigido sea aceptado y cumpla con todas las expectativas.

CAPITULO I

1.1 Tema

Piedras de enchape a partir de sacos de cemento y fibra de banano reciclados para edificaciones.

1.2 Planteamiento del problema

El ser humano desde sus inicios ha usado su ingenio para sacar el mayor provecho del entorno que lo rodea utilizando varios elementos naturales en la construcción. Por ejemplo, el uso de la piedra debido a las características que posee, tanto por su apariencia y gran resistencia, además de que permiten prolongar la vida útil de las edificaciones y aportar beneficios térmicos por lo que son capaces de absorber el calor durante el día y durante la noche fría dar calor. Su uso para múltiples funciones en la construcción ha perdurado a través del tiempo, siendo empleadas incluso como elementos decorativos.

Ecuador es uno de los principales productores y exportadores de banano del mundo, el 89% de los cultivos están en las provincias de Los Ríos, El Oro y Guayas. En estas provincias los desechos orgánicos de las bananeras no son aprovechados en su totalidad y generan gran cantidad de desperdicios que pueden ser utilizables, como muestra está el caso de la fibra de banano. Esta fibra se la obtiene del raquis y tallo de las plantas de banano sin el uso de químicos, es decir que es un producto 100% natural. Por lo tanto, posee características que pueden ser consideradas para un uso productivo y en la fabricación de elementos para la construcción.



*Imagen 1. Desperdicios de raquis de banano
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

Guayaquil, ubicada en la región litoral del Ecuador, ciudad portuaria y la segunda más poblada del Ecuador, situada en la costa del océano pacífico a 6 metros sobre el nivel del mar. Su clima es tropical de sabana con humedad del 85%. También conocida como la perla del pacífico la ciudad se encuentra ubicada en la desembocadura del Río Guayas, tiene escasas elevaciones las cuales están rodeadas de cerros que recorren la ciudad.

Los sacos de cemento fabricados de papel Kraft, en las construcciones son utilizados como tapones de tuberías sanitarias y eléctricas; también se los utiliza para guardar los escombros que generan las obras y luego pasan al desalojo. Sin embargo, muchos de estos desalojos son abandonados en varios sectores de la ciudad de Guayaquil en donde la acumulación de estos desperdicios causa daño al entorno.



*Imagen 2. Escombros y desperdicios de obras
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

Las canteras en Guayaquil han llegado a convertirse en una de las fuentes más importantes de la obtención de piedras, muchas de las cuales se las utiliza en la industria de la construcción y decoración. Por otra parte, al ser transformados para la producción y ciclo de vida de las construcciones, los recursos generan desechos y residuos en forma de gases, calor y escombros, ocasionando pérdida de recursos naturales, contaminación y desechos tóxicos, originando costos adicionales por el material que se pierde. Por esta razón para llegar a un diseño sostenible se empleará materiales ecológicos que no agoten los recursos naturales, como en este caso las piedras de enchape a partir de sacos de cemento y fibra de banano reciclables.

Por esta razón para llegar a un diseño sostenible se empleará materiales ecológicos que no agoten los recursos naturales, como en este caso las piedras de enchape a partir de sacos de cemento y fibra de banano reciclables. Puesto que, en ayuda de la mejora del ambiente, reciclar estas materias, se vuelve necesario para la salud de las personas que se encuentran cerca de estos depósitos de desperdicios.

1.3 Formulación del problema.

¿De qué manera afectará la elaboración de piedras de enchape a partir de sacos de cemento y fibra de banano en las edificaciones?

1.4 Sistematización del problema

¿De qué manera se obtendrán las cualidades de la materia prima?

¿Qué tipo de moldes se realizará para las piedras de enchape?

¿Cómo se llegará a la dosificación adecuada de la mezcla de la fibra de banano con los sacos de cemento?

¿Qué tipo de pruebas se necesitará para la obtención del prototipo nuevo?

1.5 Objetivo General

Elaborar piedras de enchape a partir de sacos de cemento y fibra de banano reciclados para edificaciones.

1.6 Objetivos Específicos

- Investigar las cualidades de la materia prima
- Determinar los moldes de los diferentes prototipos de piedra d enchape
- Experimentar la dosificación de la mezcla de la fibra de banano con los sacos de cemento
- Definir pruebas físicas o mecánicas necesarias del nuevo prototipo

1.7 Justificación

Las piedras decorativas han tenido un alto impacto alrededor del mundo, en cada una de las épocas y lugares donde se las ha utilizado les han dado a las edificaciones un toque único, natural y original. Su gran acogida en el ámbito constructivo ha sido uno de los factores fundamentales para que actualmente se cuente no solamente con piedras decorativas naturales como: El granito, calizas, mármol entre otros, las cuales se puede encontrar en una gama muy variada de diseños, colores y texturas. También existen

piedras decorativas artificiales las cuales están compuestas de diferentes tipos de materiales mezclados con resinas especiales, que permiten dar la flexibilidad, dureza y color deseado.

Con el presente proyecto se pretende introducir un nuevo producto en el campo de la construcción, con técnicas de elaboración mucho más fáciles de usar, sustentables y sobre todo aprovechando los materiales reciclables que contribuyan a disminuir las consecuencias de la contaminación ambiental. Puesto que en la actualidad existen un sin número de elementos que pueden ser reutilizados en la elaboración de nuevos productos de gran utilidad como es el caso de los sacos de cemento y la fibra de banano que en muy pocas ocasiones suelen ser reciclados. El nuevo uso que se les dará a los materiales antes expuestos va a generar nuevas fuentes de trabajo e impulsará a las personas a concientizar y a poner en práctica el hábito del reciclaje que en la actualidad es un tema que muchos lo están tomando como un estilo de vida.

El proyecto es fundamental para buscar la mejor manera en la fabricación de las piedras de enchape, el cual servirá como base para un prototipo que resuelva o renueve ambientes interiores de las diferentes edificaciones. Si bien es cierto que el procesado de materias primas y la fabricación de los materiales generan un alto costo energético y medioambiental, es mucho más difícil cambiar el actual sistema de construcción y la utilización irracional de los recursos naturales, por eso es muy importante darle prioridad al reciclaje, reutilización y recuperación de materiales a los que se les puede dar un nuevo uso. Por ello, se hace necesario reconsiderar esta preocupante situación de crisis ambiental, buscando la utilización de materiales reciclables que cumplan sus funciones correctas sin dejar a un lado el medio ambiente.

Los beneficiarios de este proyecto de investigación serán las personas que quieran darle un giro al diseño interior de sus edificaciones y al mismo tiempo podrán disminuir costos de acabados. El impacto social que se generaría sería el de un ahorro económico significativo ya que en gran parte la materia prima a utilizarse para la elaboración de piedras de enchape proviene del reciclaje.

1.8 Delimitación del problema

- Campo: Educación Superior Pregrado
- Área: Arquitectura
- Aspecto: Investigación Exploratoria
- Tema: “Piedras de enchape a partir de sacos de cemento y fibra de banano reciclados para edificaciones”
- Línea de la investigación: Materiales de construcción
- Sub-línea de la investigación: Materiales innovadores en la construcción.
Delimitación: Ecuador, productores

1.9 Hipótesis

La elaboración de piedras de enchape a partir de sacos de cemento y fibra de banano reciclados aportará en el ahorro y economía utilizando materiales de revestimiento de bajo costo.

1.10 Línea de investigación Institucional/Facultad

Tabla 1:
Línea de investigación institucional ULVR

Línea de Investigación		
ULVR	FIIC	Sublínea
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.	Materiales de construcción

Fuente: (FIIC, 2019)

1.11 Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.

Los materiales innovadores en la construcción surgen a cada momento y son fabricados para facilitar un desarrollo sostenible. Por ello, se introducen nuevas técnicas de manufactura, el reciclaje de componentes contaminantes, el abaratamiento de costos de construcción, favorecer el ahorro energético, entre otros. Por lo tanto, en esta investigación serán analizados varios factores que comprometen al medio ambiente, utilizando materiales reciclados a los que se les podría dar un uso adicional. Y así concientizar a las personas con el tema de reciclaje que actualmente ayudara mucho en la preservación del medio ambiente. Ya que, el crear materiales innovadores con la inclusión de fibra de banano y sacos de cemento reciclados aportará de manera positiva en el área de construcción.

1.11.1 Materiales de construcción

Los materiales de construcción son materia prima, o también, llamado productos de manufactura, aplicados en la construcción de edificaciones y obras de ingeniería civil. Por otra parte, se usan en grandes cantidades, por lo que debe provenir de materias primas abundantes y de bajo costo. Por ello se elaboran a partir de materiales de gran abundancia como: arena, arcilla o piedra. Además, los materiales de construcción tienen como característica el ser duraderos, y dependiendo de uso tener dureza, resistencia mecánica, resistencia al fuego y/o facilidad de limpieza.

CAPITULO II

2 Marco teórico

Introducción

En este marco teórico se analizaron varios temas referenciales en la elaboración de piedras de enchape de forma sintética y natural como son: 2.1.1. Uso de fibras vegetales procedentes de explotaciones agrícolas en la edificación sostenible. 2.1.2. Argos implementa programa de reciclaje pionero en Colombia. 2.1.3. Estudio comparativo del comportamiento mecánico entre placas decorativas de piedra natural y placas decorativas a base de mezcla de hormigón con inclusión de vidrio reciclado. 2.1.4. Elaboración de un prototipo de lámina aglomerada como elemento interior a base de cascarilla de arroz con muyuyo para la cooperativa Voluntad de Dios. 2.1.5. Elaboración de un revestimiento de pared utilizando cartón reciclado y elementos tradicionales para viviendas de interés social. 2.1.6. Desarrollo de un material compuesto a partir de fibras naturales para la utilización en viviendas. 2.1.7. Diseño y desarrollo experimental de materiales de construcción utilizando plástico reciclado. 2.1.8 Arquitecto inspirador de las estructuras Padre Pedro H. Brüning.

La historia de la piedra en la construcción tuvo origen cuando los primeros canteros consideraron necesario levantar templos para sus divinidades y funerarias para enterrar a sus muertos. Posteriormente construyeron muros para proteger las viviendas de ramas. Sin embargo, la extracción de piedras era desorganizada, hasta que la verdadera explotación de canteras a nivel industrial tuvo lugar en el antiguo Egipto, donde la piedra fue el material más usado por su resistencia y debido a que tenía que perdurar. Después de los egipcios seguirían los griegos y romanos, en donde se empezaron a crear sillares a partir de calizas duras y la toba de origen volcánica y el mármol. (Blastingnews, 2017)

Las canteras de piedras son los primeros elementos constructivos que ha utilizado el hombre y se mantienen hasta la actualidad, y son innumerables la cantidad de canteras medievales que se usan hoy en día. Posteriormente es en la Edad Media donde las piedras son usadas como elemento constructivo sobre todo en catedrales. Por esta razón surgió

una gran demanda de piedras como elemento constructivo, convirtiendo a las canteras en centros de negocio y llevando así riqueza a los pueblos que las rodeaban.

Las fibras naturales a lo largo del tiempo se las ha utilizado por sus diversas propiedades físicas y mecánicas. Por lo tanto, son resistentes y aplicables en cualquier tipo de industrias, tales como: en la automotriz, en la elaboración de calzado, en la construcción, entre otros. Además, las fibras pueden ser clasificadas según su origen: animal, vegetal o mineral. Las fibras animales son extraídas de las glándulas sedosas de las cuales obtenemos la seda; y de los folículos pilosos obtenemos el cabello. Las fibras vegetales se las obtiene de: la semilla como el algodón, del tallo podemos obtener diversidad de fibras como el yute, cáñamo, paja, etc; hoja, fruto entre otras partes de las plantas. Y finalmente, en cuanto a las fibras minerales tenemos los asbestos. (Velásquez, Pelaéz, & Giraldo, 2016)

Por su composición química y propiedades físicas las fibras vegetales tienen una gran ventaja, su componente principal es la celulosa que es un polímero natural el cual proporciona resistencia, rigidez y estabilidad. Por otra parte, para que las fibras se conviertan en un material compuesto y cumplan con su propósito es necesario que se las mezcle con un elemento el cual actúe como un adhesivo entre ambas. Uno de los elementos que se puede considerar son los polímeros termoestables biodegradables o resinas; es importante recalcar que uno de sus componentes se lo obtiene de residuos de procesos industriales como la madera o de aceites vegetales, lo cual es un gran aporte con el medio ambiente. (Calderón, 2016)

2.1 Marco teórico referencial

2.1.1 Uso de fibras vegetales procedentes de explotaciones agrícolas en la edificación sostenible.

(Rodríguez, 2016) en su tesis “Uso de fibras vegetales procedentes de explotaciones agrícolas en la edificación sostenible”, analiza que el uso de fibras vegetales generaría un bajo impacto ambiental y baja emisión de CO₂, teniendo en cuenta que el uso de estas fibras fue uno de los primeros materiales de construcción que empleó el hombre. Actualmente se quiere incorporar el uso de este material reciclado con el cual bajaría el

coste energético. Por lo tanto, el uso de las fibras vegetales ayudará a aprovechar su alto potencial en la elaboración y producción de materiales de construcción nuevos.



PANELES DE PARTÍCULAS DE CÁÑAMO



PANELES ALIVIANADOS DE PAJA "KARPHOSIT"

Imagen 3. Paneles de partículas de cáñamo y paneles alivianados de paja "KARPHOSIT"

Fuente: (Rodríguez, 2016)



MUROS DE CÁÑAMO/CAL, Y CÁÑAMO/TIERRA

Imagen 4. Muros de cáñamo/cal y cáñamo/tierra

Fuente: (Rodríguez, 2016)

2.1.2 Fabricación de piedra artificial a partir de residuos

La autora (González, 2015) del proyecto de investigación "*Fabricación de piedra artificial a partir de residuos*", tuvo como finalidad la fabricación de una piedra artificial con residuos de vidrio, incluyendo la resina polimérica como aglomerante. Es decir que, gracias a la investigación de la autora, se concluyó que el uso de la resina epóxica sirve muy bien como aglomerante, obteniendo mejores resultados que al usar resina poliéster. También, el uso de colorantes no influyo en la mezcla ni en las propiedades mecánicas de

la pieza, por lo que otra de las conclusiones que obtuvo, es que comprobó la diferencia significativa de los costos a comparación de las piedras naturales como el mármol blanco.



Imagen 5. Probetas finales
Fuente: (González, 2015)

2.1.3 Sacos Verdes Argos

Argos implementa programa de reciclaje pionero en Colombia, Juan Felipe Gonzáles dice: “*Sacos Verdes tiene su génesis en la plataforma de innovación de Argos, Ideaxion, y es concebido como un proyecto que trae beneficios para el medio ambiente, es sostenible económicamente y además refuerza la propuesta de valor de Argos*” (Argos, 2014). En efecto, Sacos Verdes Argos es un programa innovador que genera que la sociedad tome conciencia sobre el reciclaje y la reutilización de los sacos de cemento usados en la construcción. Estos sacos pasan por su respectiva limpieza, organización y proceso para luego ser convertidos en materia prima. Finalmente, la materia obtenida de

los sacos se la utiliza para la elaboración de placas de fibrocemento, que son utilizadas por otras industrias. (FICEM, 2014)



Imagen 6. Sacos Verdes Argos
Fuente: (FICEM, 2014)

2.1.4 Estudio comparativo del comportamiento mecánico entre placas decorativas de piedra natural y placas decorativas a base de mezcla de hormigón con inclusión de vidrio reciclado.

Según (Chavez & Pincay, 2018), en sus tesis “*Estudio comparativo del comportamiento mecánico entre placas decorativas de piedra natural y placas decorativas a base de mezcla de hormigón con inclusión de vidrio reciclado*”. Analizan que, tienen como finalidad obtener un material de construcción mediante un hormigón óptimo, para así lograr la inclusión del vidrio reciclado y fabricar una placa decorativa que sea de fácil instalación. En efecto, la placa decorativa contará con características y resistencias suficientes para que sean aceptadas por el mercado de la ciudad de Guayaquil.



Imagen 7. Placa decorativa con vidrio reciclado
Fuente: (Chavez Torres & Pincay Moreno, 2018)

2.1.5 Elaboración de un prototipo de lámina aglomerada como elemento interior a base de cascarilla de arroz con muyuyo para la cooperativa Voluntad de Dios.

(Alvarez & Soria, 2016), con el tema de tesis *“Elaboración de un prototipo de lámina aglomerada como elemento interior a base de cascarilla de arroz con muyuyo para la cooperativa Voluntad de Dios”*. Con la unión de la cascarilla de arroz en polvo y el muyuyo los autores tienen el fin de elaborar un prototipo de aglomerado que serviría como divisiones de ambientes en viviendas de interés social. Por eso para obtener un material útil, de menor costo y de fácil adquisición, los autores usaron los elementos naturales ya mencionados con ayuda de la mezcla de materiales tradicionales.



Imagen 8. Prototipos de lámina aglomerada
Fuente: (Alvarez & Soria, 2016)

2.1.6 Elaboración de un revestimiento de pared utilizando cartón reciclado y elementos tradicionales para viviendas de interés social.

(Romero, 2016), con su tesis *“Elaboración de un revestimiento de pared utilizando cartón reciclado y elementos tradicionales para viviendas de interés social”*. El autor da a conocer mediante su investigación un prototipo de hormigón usando cartón reciclado. Por tanto, realizó varias pruebas, las cuales se usaron para comprobar que los componentes de los materiales a utilizar puedan actuar juntos y crear un material nuevo, capaz de tener las características suficientes para obtener como resultado final un producto con resistencia, ligereza y aislamiento. En conclusión, utilizó el reciclaje como alternativa y aportación en el cuidado del medio ambiente.



Imagen 9. Prototipos de lámina aglomerada
Fuente: (Romero, 2016)

2.1.7 Desarrollo de un material compuesto a partir de fibras naturales para la utilización en viviendas.

(Tualombo, 2015), en su tesis “*Desarrollo de un material compuesto a partir de fibras naturales para la utilización en viviendas*”, se centra en la utilización del raquis de banano mezclado con mortero de cemento y arena para crear un material que sea utilizado en la construcción de viviendas. En efecto, se realizaron las pruebas mecánicas y térmicas de los materiales buscando la correcta relación y composición. Finalmente, su objetivo principal es que las construcciones de viviendas sean mucho más económicas y sostenibles.



Imagen 10. Probetas de fibras naturales
Fuente: (Tualombo, 2015)

2.1.8 Arquitecto inspirador de las estructuras Padre Pedro H. Brüning

Este proyecto se lleva a cabo gracias al Padre Pedro H. Brüning, con su obra Iglesia de San Roque en 1907. En otras palabras, fue el encargado de completar los planos existentes y dirigir la obra de la iglesia. Este sacerdote fue uno de los diseñadores y constructores de obras religiosas más emblemático del Ecuador en el siglo XX, siendo la iglesia de San Roque una de sus obras más predilecta. Además, la obra de Brüning tiene una gran fuerza expresiva, con estilos románico y gótico, donde las capillas laterales se conforman con bóvedas baídas de piedra pómez asentadas sobre los arcos transversales, columnas de ladrillo, arcos de medio punto y bóveda nervada en el crucero. La iglesia es considerada una de las más importantes realizada por el sacerdote. Su buena conservación permite apreciar el interés de Brüning por lograr un diseño integral fusionando sistema constructivo, diseño arquitectónico y elementos decorativos. (Arquitectura, 2004)



*Imagen 11. Iglesia de San Roque, Quito
Fuente: (Arquitectura, 2004)*

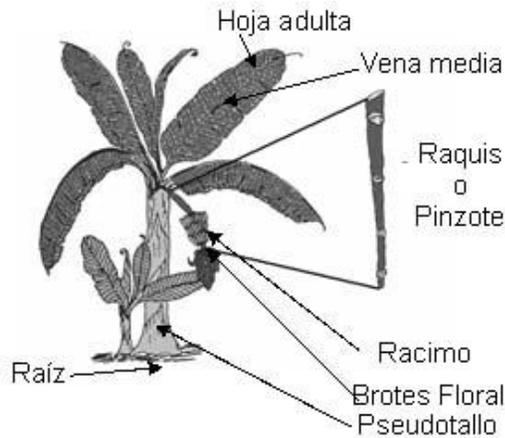
2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Planta de banano

El plátano o banano (*Musa*) es una planta que se desarrolla principalmente en climas tropicales, es originario de Asia Meridional. También pertenece a la familia de las Musáceas, que comprende las especies: *Musa paradisiaca* (plátano) y *Musa cavendishi* (banano). Es decir, la *Musa paradisiaca* produce el 30% del género, proporcionando frutos que para poder consumirlos se los asan o cuecen. Por otro lado, la *Musa cavendishi* produce el 70% del género, su fruto previa maduración es directamente comestible.

El banano se ha convertido en una de las frutas más consumidas a nivel mundial produciéndose en más de 130 países. Pero esta planta no es aprovechada en su totalidad, un 12% se puede comercializar, que es el fruto de la planta, mientras que lo restante lo consideran un desperdicio. Sin embargo, en otros países como Costa Rica, Bolivia, Colombia y Brasil se ha estudiado el raquis de banano para un mejor aprovechamiento. Es decir, que estos países han implementado industrias para la obtención de papel y elaboración de artesanías. (Slone, 2015)

Ecuador reconocido a nivel mundial como el primer exportador bananero, en estos últimos años ha ido incrementando su productividad, por lo que este es uno de los factores fundamentales en el aporte de plazas de empleo en las diferentes actividades que tienen que ver con la producción y exportación del banano. La producción es realizada en las diferentes regiones, siendo la región costa en donde hay la mayor producción a nivel nacional. (Torres & Vera, 2015). Componentes de la planta de banano:



*Imagen 12. Componentes de la planta de banano
Fuente: (Torres & Vera, 2015)*

2.2.1.1 Hojas

Las hojas de banano están situadas en la parte superior del rizoma. También, están entre las más grande del reino vegetal, ya que, tienen forma de espiral de 2 a 4 metros de largo y 60cm de ancho. Además, la hoja se forma en interior del pseudotallo y emerge enrollada en forma de cigarro. Cada planta tiene entre 5 y 15 hojas. (Hendriksz, 2017)

2.2.1.2 Raquis o pinzote

Es el tallo de la planta del cual se desprenden los racimos de plátano, como principal característica es la buena densidad de fibra semileñosa. También conocido como residuo agroindustrial en los países de mayor producción de banano. Como analiza (Slone, 2015). en su libro. Por consiguiente, es de donde obtendremos la fibra para la elaboración de las piedras de enchape.



*Imagen 13. Raquis o pinzote del banano
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

2.2.1.3 Pseudotallo

La fibra de banano es un tipo de fibra natural, que se extrae del pseudotallo del banano y es durable, su finura y entallabilidad es mejor que la de otras fibras. Por otra parte, el tejido celular de la fibra es de pared gruesa, unida entre sí por gomas naturales compuestas principalmente de celulosa, hemicelulosa y lignina. También la fibra de banano posee características de alta resistencia, buen brillo, peso ligero y gran absorción a la humedad, no se degrada fácilmente y es reciclable. (Hendriksz, 2017)



*Imagen 14. Pseudotallo del banano
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

2.2.1.4 El rizoma o bulbo

Es el que produce la yema vegetativa, que sale de la planta madre y al crecer diametralmente forma el rizoma. También, en la parte interna de la planta se originan raíces y yemas vegetativas que serán los nuevos hijos. Por lo tanto, cada planta nace en forma de brote y crece en la base de la planta madre, reemplazando así al tallo principal después de florecer y morir éste. (Hendriksz, 2017)



*Imagen 15. Rizoma o bulbo
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

2.2.2 Tipos de bananos en el Ecuador

Los tipos de banano que el Ecuador ofrece son: Cavendish, orito o baby banana y banano rojo. (Araujo & Malan, 2019). Pero entre las más importantes están:

Cavendish Enano: Produce frutos medianos de buena calidad, sin embargo, son propensos a daños durante su transportación debido a la delgadez de su cáscara. (Herrera, 2016)

Cavendish Gigante o Grand Naine: Este tipo de banano son de mayor tamaño que el Cavendish enano, tienen la cáscara más gruesa y un sabor menos intenso.

Banano rojo: Tiene una coloración distinta a los otros, por lo que es muy apreciado en varios países gracias a su sabor delicioso con un toque de frambuesa. Su origen es de Ecuador. (Herrera, 2016)

Plátano: Es de forma alargada y algo curvo, pulpa de color blanco y piel lisa de color amarillo que se desprende con facilidad. (Herrera, 2016)

Orito: El orito es la especie más pequeña del banano, con 12cm de longitud aproximadamente y un sabor dulce. Cuando está maduro tiene la cáscara amarilla. (Herrera, 2016)

2.2.3 Cuadro estadístico de siembre, cosecha y exportación de banano en Ecuador Superficie cosechada, producción y rendimiento de banano

La superficie cosechada y la producción de banano del 2016 respecto al año 2015 tuvo una variación negativa de 2.78% y 9.24% respectivamente. (CFN, 2017)

Tabla 2:

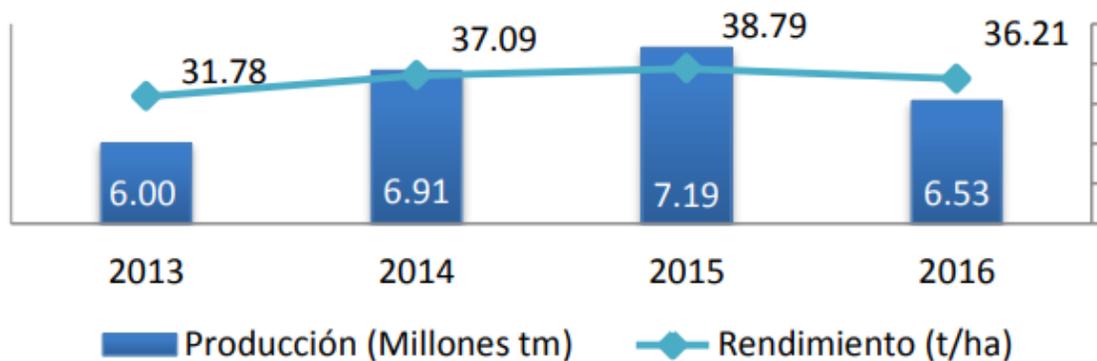
Ficha sectorial: Banano y Plátanos, superficie Cosechada

Año	Superficie Área Cosechada (Millones ha)	Producción (Millones tm)	Rendimiento (tm/ha)
2013	0.19	6.00	31.78
2014	0.19	6.91	37.09
2015	0.19	7.19	38.79
2016	0.18	6.53	36.21

Fuente: (CFN, 2017)

Tabla 3:

Ficha sectorial: Banano y Plátanos, producción y rendimiento del Banano



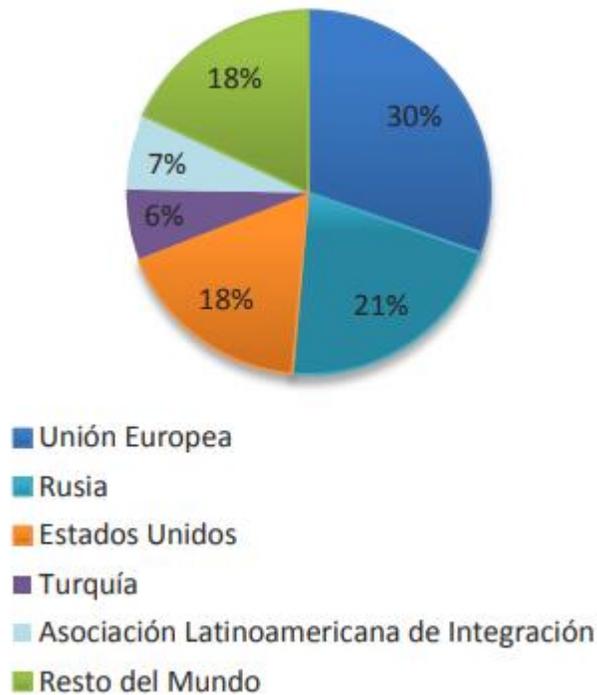
Fuente: (CFN, 2017)

Ecuador en el 2016 exporto la mayor parte de banano a la Unión Europea (30%) seguido de Rusia y Estados Unidos. (CFN, 2017)

Tabla 4:

Exportaciones Nacionales de Banano por país (2013-2016) en FOB Miles USD

Área Económica Destino	2013	2014	2015	2016	Jun-2017	Total
Unión Europea	648,292	797,370	855,332	869,997	514,399	3,685,390
Rusia	541,224	545,206	553,963	568,647	336,703	2,545,742
Estados Unidos	420,531	434,349	481,074	472,649	331,078	2,139,680
Turquía	209,981	179,890	207,574	105,349	51,818	754,611
Asociación Latinoamericana de Integración	169,972	172,485	179,967	190,229	99,612	812,264
Resto del Mundo	335,828	460,906	542,227	535,135	310,494	2,184,589
Total	2,325,828	2,590,205	2,820,136	2,742,005	1,644,103	12,122,277



Fuente: (CFN, 2017)

2.2.4 Uso en la Industria

El plátano crece en variadas condiciones de suelo y clima, para el buen crecimiento de esta planta el clima debe estar con temperaturas de 18.5°C y así evitar que se retarde. Además, se cultivan bananos en más de 150 países y es posible conseguirlo durante todo el año, contiene potasio, magnesio y ácido fólico. También se usa para elaborar bebidas alcohólicas o harina. (CFN, 2017)

2.2.5 Zonas de producción de banano en el Ecuador

Las provincias con mayor producción de banano en el 2016 son Los Ríos con 43.23% y Guayas con 32.76%. (CFN, 2017)

Tabla 5:
Zonas de producción de banano en el Ecuador

Año	Provincia	Superficie Cosechada (ha)	Producción (TM.)	Rendimiento (TM/ha)	Porcentaje Nacional
2016	LOS RÍOS	61,937.00	2,822,585.00	45.57	43.23%
	GUAYAS	48,805.00	2,139,384.00	43.84	32.76%
	EL ORO	42,340.00	1,075,395.00	25.40	16.47%
	OTRAS	27,254.00	492,312.00	18.06	7.54%
	Total general	180,336.00	6,529,676.00	36.21	100%

Fuente: (CFN, 2017)

2.2.6 Características y cualidades de la fibra de banano.

La fibra de banano es uno de los materiales de origen vegetal con excelentes propiedades físicas y mecánicas que la hacen una fibra fina de calidad. Además, su uso va desde lo artesanal hasta elementos de diseño interior y/o exterior. (Torres & Vera, 2015). Sus características son:

- La composición química de la fibra de banano es celulosa, hemicelulosa y lignina.
- Es fibra fuerte, resistente y de peso ligero.
- Posee calidad fuerte de la absorción de la humedad.
- Es bio-degradable
- No afecta al medio ambiente



*Imagen 16. Fibra del banano
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

2.2.7 Origen del papel Kraft

El papel Kraft es un elemento esencial para cualquier comercio y es un producto que no caduca, lo que lo hace netamente reutilizable. Este tipo de papel está elaborado con la fibra de madera de coníferas bien fusionadas. Por lo general se usan maderas duras para extraer la pulpa, ya que la calidad y propiedad de la pulpa están influenciadas por el tipo de madera utilizada. También, las pulpas kraft obtenidas sin blanquear son de mayor resistencia y de superficie rugosa, por lo que son utilizadas para envolturas y embalajes, mientras que las que pasan por blanqueo se utilizan para imprimir. (Arvellos, 2017)



*Imagen 17: Papel Kraft
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

Las fibras largas tienen mejores propiedades de resistencia física, mientras que las fibras cortas influyen en características como una mejor resistencia a compresión. (Arvellos, 2017)

2.2.8 Característica del papel kraft

El sobrenombre Kraft proviene del alemán que significa fuerte: (Arvellos, 2017)

- Su principal característica es la resistencia mecánica.
- Su papel es biodegradable, a diferencia del plástico
- No caduca, por lo que lo hace reutilizable
- Tiene alta resistencia a la tracción y desgarro.

2.2.9 Tipos según gramaje del papel kraft

Kraft natural para bolsas multicapa: Está hecho a base de pulpa química sin sulfato blanqueado, con un peso entre 80 y 90 g/m². Además, tiene buena resistencia a la tensión, por lo que se la utiliza para bolsas y embalajes. (Arvellos, 2017)

Kraft natural de color para otros fines: Tiene resistencia mecánica similar al kraft natural para bolsas multicapa, pero se utiliza para bolsas y embalajes pequeñas. Y con un peso entre 30 y 150 g/m² (Arvellos, 2017)

Kraft blanco o de color: Hecho con pulpa química de sulfato blanqueado, con peso entre 30 y 150 g/m. Tiene un acabado monolúcido o liso, utilizado en la fabricación de pequeños paquetes individuales, como: papel de aluminio, entre otras. (Arvellos, 2017)

1er Kraft: Está fabricado con al menos el 50% de pulpa química y con un peso de 40g/m. Tiene poca resistencia mecánica que el kraft natural o de color. (Arvellos, 2017)

2do Kraft: Sus características son similares al del 1er kraft, pero con una resistencia mecánica inferior. (Arvellos, 2017)

2.2.10 Usos en la industria

Este tipo de papel es muy usado en el área de oficinas como agendas, calendarios, sobres, entre otras. También lo usan para invitaciones de bodas, tarjetas de presentación, etc. Por último, es utilizado también para la producción de sacos de gran capacidad y bolsas de papel.

2.2.11 Papel Kraft en los sacos de cemento

El saco de cemento o saco de papel kraft es un embalaje que está fabricado con papel de alta calidad, generalmente kraft de fibra virgen. Pero, después de usar el cemento que viene en su interior, los sacos quedan contaminados por el mismo cemento. Es por ello

que estos sacos terminan no siendo utilizados por empresas de reciclaje. Sin embargo, existe un potencial para el uso de este residuo en la producción de nuevos componentes para las distintas edificaciones. (Arvellos, 2017)

Como el presente proyecto que se reutilizarán los sacos de cemento en la elaboración de piedras de enchape, para así mejorar las propiedades técnicas y económicas de las edificaciones.



*Imagen 18. Sacos de cemento
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

Por otra parte, los sacos están determinados por un número de pliegues con dimensiones de 45x65x20 cm, para un contenido de 50kg. Por último, los sacos de cemento llevan dos o tres pliegues, algunas contienen un pliegue plástico de polipropileno o polietileno adicional, con la finalidad de ofrecer una mayor resistencia a la manipulación constante y concientización con el medio ambiente. Las propiedades físico-mecánicas del papel con que se fabrica la bolsa, son las principales variables que inciden en la resistencia final. Porque un papel de alta calidad y un adecuado proceso de fabricación serán la garantía de un producto óptimo. (Valverde & Velasteguí, 2015)

Las principales propiedades que debe tener una bolsa son:

- Propiedades Físicas:
 - Fuerza
 - Grado de encolado
 - Porosidad
 - Resistencia a la tracción
- Propiedades Químicas:
 - Envasado a altas temperaturas
 - Reciclabilidad y reutilización

Características:

- El marrón es su color natural.
- Su producción es amigable con el ecosistema.
- 100% ecológico y reciclable.
- Alta resistencia
- Papel grueso y de superficie plana o rugosa
- Su estética natural ha hecho que sea un material muy empleado en los últimos años en el sector del diseño.

2.2.12 Cemento



Imagen 19. Cemento
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

El cemento es un material inorgánico, no mecánico, que al mezclarlo con agua se convierte en una masa capaz de fraguar y endurecerse incluso debajo del agua, convirtiéndolo en un material impermeable y resistente. Por esta razón sus grandes

beneficios, como las propiedades físicas y mecánicas, nos permite tener la facilidad de poder utilizarlo prácticamente en la mayoría de las construcciones, siendo un material que tiene tres grandes cualidades: resistente, moldeable y duradero. Por lo tanto, es considerado una de las materias primas más utilizadas en la construcción de infraestructuras y otros elementos constructivos. (Guevara & Tantarico, 2019). Existen 5 tipos de cementos:

2.2.12.1 Tipo 1

Es un tipo de cemento que se obtiene de la mezcla del Clinker con el yeso. Por tanto, es de uso general en las construcciones que no requieren de propiedades especiales. (Guevara & Tantarico, 2019)

2.2.12.2 Tipo 2

Es un cemento utilizado específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos. (Guevara & Tantarico, 2019)

2.2.12.3 Tipo 3

Se requiere este cemento en resistencias iniciales muy altas. (Guevara & Tantarico, 2019)

2.2.12.4 Tipo 4

Este tipo de cemento se utiliza cuando quieren bajo calor de hidratación. (Guevara & Tantarico, 2019)

2.2.12.5 Tipo 5

Este cemento se caracteriza por su alta resistencia a los sulfatos. (Guevara & Tantarico, 2019)

2.2.13 Arena

La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos que se desprenden de las rocas o de su trituración artificial, y están compuestos de varias partículas cuyo tamaño va de 0.06 a 2mm. En consecuencia, la arena junto con el cemento y la grava forman el hormigón. Además, se usa en varios tipos de mezclas para la albañilería.



Imagen 20. Arena
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

2.2.13.1 Clasificación de la arena:

La arena es un conjunto de partículas de rocas disipadas, la cual está compuesta por sílice, ésta varía según las condiciones de la roca. También puede variar según las condiciones y procedencia de la roca: (Andrade & León, 2019)

Arena fina: Los granos pasan por un tamiz de mallas de 1mm de diámetro y son retenidos por otro de 0.25mm. (Andrade & León, 2019)

Arena media: Es aquella cuyos granos pasan por un tamiz de 2.5mm de diámetro y son retenidos por otro de 1mm. (Andrade & León, 2019)

Arena gruesa: Este tipo de arenas es donde sus granos pasan por un tamiz de 5mm de diámetro y son retenidos por otro de 2.5mm. (Andrade & León, 2019)

2.3 Marco Legal

2.3.1 Constitución del Ecuador, 2014

Ley de Gestión Ambiental

Artículo 6: El aprovechamiento racional de los recursos naturales no renovables en función de los intereses nacionales dentro del patrimonio de áreas naturales protegidas de Estado y en ecosistemas frágiles, tendrán lugar por excepción previo un estudio de factibilidad económico y de evaluación de impactos ambientales. (Constitución del Ecuador, 2014)

Capítulo Segundo – Derechos del buen vivir

Sección segunda – Ambiente sano

Artículo 14: Explica que se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. Además, se declara de interés público la conservación del ambiente y los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Constitución del Ecuador, 2014)

Artículo 15: El estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Y, se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional. (Constitución del Ecuador, 2014).

Sección novena – Personas usuarias y consumidoras

Artículo 52: Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características. La ley establecerá los mecanismos de control de calidad y los procedimientos de defensa de las consumidoras y consumidores; y las sanciones por vulneración de estos derechos, la reparación e indemnización por deficiencias, daños o mala calidad de bienes y servicios, y por la interrupción de los servicios públicos que no fuera ocasionada por caso fortuito o fuerza mayor. (Constitución del Ecuador, 2014).

Artículo 54: Las personas o entidades que presten servicios públicos o que produzcan o comercialicen bienes de consumo, serán responsables civil y penalmente por la deficiente prestación del servicio, por la calidad defectuosa del producto, o cuando sus condiciones no estén de acuerdo con la publicidad efectuada o con la descripción que incorpore. (Constitución del Ecuador, 2014).

Capítulo séptimo – Derechos de la naturaleza

Artículo 74: La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema. (Constitución del Ecuador, 2014).

2.3.2 Toda una vida – Plan Nacional 2017-2021

Eje 1: Derechos para todos durante toda una vida

Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.

En Ecuador existe una responsabilidad ética en mantener, precautelar y dar soporte a la vida en todas sus formas; para así reconocer el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Además, se desarrollará una política ambiental urbana, que implemente sistemas de prevención y control de la contaminación

ambiental, como el impulso a programas de manejo integral de los desechos sólidos, descontaminación de ríos y esteros, reciclaje de aguas municipales para uso agrícola y, en general, sistemas de reciclaje que promueven la economía comunitaria, así como medidas de bioseguridad orientadas a preservar la integridad biológica. (Planificación, 2017)

Políticas

3.1 Conservar, recuperar y regular el aprovechamiento del patrimonio natural y social, rural y urbano, continental, insular y marino-costero. (Planificación, 2017)

3.5 Impulsar la economía urbana y rural, basada en el uso sostenible y agregador de valor de recursos renovables. (Planificación, 2017)

Metas a 2021

Evitar que la brecha entre Huella Ecológica y Biocapacidad sea menor a 0.35 hectáreas globales per cápita hasta 2021. (Planificación, 2017)

Mantener el 16% de territorio nacional bajo conservación o manejo ambiental a 2021. (Planificación, 2017)

Incrementar del 70.3% al 80% los residuos sólidos no peligrosos con disposición final adecuada a 2021. (Planificación, 2017)

2.3.3 Norma Técnica Ecuatoriana; Baldosas de hormigón. Requisitos y métodos de ensayo (NTE INEN 3128 2017-02)

1. Objeto y campo de aplicación

Esta norma especifica los materiales, propiedades, requisitos y métodos de ensayo que deben cumplir las baldosas de hormigón simple y sus accesorios complementarios, para ser instaladas en cubiertas o áreas sometidas a tránsito de personas y vehículos; en espacios residenciales, comerciales o industriales; de carácter privado o público; ya sea a la intemperie o bajo cubierta. Esta norma no trata la visibilidad o la tactibilidad de las baldosas.

2. Términos y definiciones

Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones que a continuación se detallan:

Baldosa de hormigón: Unidad prefabricada de hormigón simple, utilizada como material de pavimento o material de revestimiento.

3. Requisitos de los materiales

En la fabricación de baldosas de hormigón solamente se deben utilizar materiales cuyas propiedades y características sean las adecuadas para ello. Las baldosas de hormigón tienen que satisfacer las siguientes condiciones:

- Su largo total no excede 1 m,
- Su largo total dividido por su espesor es mayor que 4.

4. Propiedades físicas y mecánicas

Las baldosas deben cumplir los siguientes requisitos para ser declaradas conformes para el uso por el fabricante. Cuando los accesorios complementarios no puedan ser ensayados de acuerdo con esta norma, se consideran conformes con ella siempre que se demuestre que el hormigón utilizado en su fabricación tiene la misma calidad que el empleado en baldosas que cumplan con esta norma.

5. Resistencia climática por absorción total de agua

Método de ensayo: La resistencia climática se determina mediante el ensayo de absorción total de agua, de acuerdo con el Anexo B.

Características: Las baldosas deben cumplir con un índice de absorción inferior o igual al 6 %.

6. Resistencia a la flexión y carga de rotura

Método de ensayo: La resistencia característica a la flexión y la carga de rotura se deben determinar mediante el ensayo descrito en el Anexo C.

Características: La resistencia característica a la flexión debe ser superior o igual a 4,0 MPa, ningún valor individual debe ser inferior a 3,2 MPa.

La carga de rotura característica debe ser superior o igual a 11,0 kN, ningún valor individual debe ser inferior a 8,8 kN.

7. Durabilidad de la resistencia a la flexión y carga de rotura

En condiciones normales de uso, las baldosas prefabricadas de hormigón deben mantener una resistencia satisfactoria, siempre y cuando cumplan con lo establecido en 4.2.3.3.2 y estén sometidas a un mantenimiento normal.

8. Comportamiento frente al fuego

Las baldosas de hormigón se consideran como elementos no combustibles y no contribuyentes en grado máximo al fuego, sin necesidad de realizar ensayos.

9. Aspectos visuales

Las baldosas deben estar libres de porciones de materia sobrante que sobresalga irregularmente en bordes y superficies (rebabas).

10. Apariencia

Cuando se examinen de acuerdo con el Anexo G, la cara vista de las baldosas no debe tener defectos tales como fisuras (grietas) o escamaciones (exfoliaciones). En el caso de las baldosas de doble capa, cuando se examinen de acuerdo con el Anexo G, no debe existir laminación, es decir separación entre las dos capas.

NOTA. Cuando aparezcan eflorescencias, estas no son perjudiciales para el comportamiento de las baldosas en uso, y no se consideran significativas.

11. Textura

En el caso de baldosas fabricadas con una textura superficial especial, esta debe ser descrita por el fabricante. Las variaciones en la consistencia de la textura de las baldosas pueden ser causadas por variaciones inevitables de las propiedades de las materias primas y por variaciones en el proceso de curado, y no se consideran significativas.

12. Color

Según el criterio del fabricante, puede colorearse la capa superficial o toda la unidad.

Las variaciones en la consistencia del color de las baldosas pueden ser causadas por variaciones inevitables en el tono y en las características de las materias primas y por variaciones en el proceso de curado, y no se consideran significativas.

CAPÍTULO III

3 Metodología de la investigación

3.1 Enfoque

Al empezar este trabajo de investigación definimos el método que ayude a canalizar los procesos a seguir de una manera adecuada para poder así obtener resultados favorables. En este proyecto de investigación, una vez analizada la problemática se llega a la conclusión que tendrá un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo). Será cualitativo porque se analizará el lugar o localidad de donde se obtendrá la materia prima que se utilizará para la piedra de enchape, mezclado con los elementos necesarios para llegar así a la composición y mezcla adecuada, y será cuantitativo porque mediante las pruebas físicas y químicas sabremos la dosificación que se necesitará tanto del material reciclado como lo es la fibra de banano y los sacos de cemento; así como los elementos adicionales que se utilizarán para la fabricación de la piedra. Se realizarán diferentes tipos de moldes los cuales ayudarán a tener varias opciones de piedra, se experimentará con colores en la mezcla o pintar la piedra para darle un plus adicional a estas piedras hechas con material reciclado. Una vez que se realicen estos prototipos se les realizará las pruebas necesarias para que cumplan con lo estipulado en la Norma elegida.

3.2 Tipo de investigación

3.2.1 Exploratoria

Dentro del trabajo investigativo tipo exploratorio, se analizó la materia vegetal que se utilizara y la cantidad necesaria para dar inicio a la propuesta. Este material será recolectado de la hacienda “Gramalotal” ubicada en el cantón Naranjal, la cual nos proporcionará los raquis (pinzote) del banano de donde se obtendrá la fibra.

Los sacos de cemento actualmente en la ciudad de Guayaquil son uno de los tantos materiales que forman parte de los desechos que las construcciones botan constantemente y que son abandonados en diferentes partes de la ciudad, como en la vía perimetral, avenidas del norte, sur y oeste de la urbe. Es por eso que mediante esta investigación se lo incluiría como material de reciclaje y se lo usaría en la creación del nuevo material el cual daría un aporte positivo en la comunidad, tanto en el tema del reciclaje como en la reducción de desperdicios de las construcciones.

3.2.2 Descriptiva

Este método de investigación se lo utiliza para describir la realidad de situaciones, eventos, personas, grupos o comunidades que se estén abordando y que se pretenda analizar. Se observa cada uno de los materiales a investigar, estudia sus características y comportamiento y reacciones al mezclarse sin parar de valorarlos, sirve para formular la hipótesis y el tipo de experimentación que vamos a realizar.

De esta manera se aplicará la investigación descriptiva, resaltando así la importancia que tendría este tipo de material eco-amigable con el medio ambiente, la variedad de modelos y formas que se presentarán darán un plus adicional a esta investigación.

3.2.3 Experimental

El proyecto experimentará varios procesos para la elaboración de las piedras de enchape, el cual consiste en la utilización de dos materiales reciclados como lo son la fibra vegetal obtenida del raquis del banano y los sacos de cemento hechos de papel Kraft, junto con estos materiales se añadirá otros elementos los cuales serán complemento para poder obtener el producto que se desea.

Se realizarán 7 prototipos, cada uno de ellos tendrán diferentes dosificaciones, a los cuales se les realizarán pruebas físicas y mecánicas. Así es como, con los resultados obtenidos se llegará a la correcta dosificación de la piedra que cumpla con los requerimientos indicados en la norma. En conclusión, las pruebas serán realizadas en un laboratorio, así como también se realizarán pruebas caseras con las que se llegará a los resultados requeridos.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

La población a la que se le realizará la entrevista estará enfocada a los profesionales del área de la construcción, arquitectos e ingenieros civiles de la ciudad de Guayaquil, quienes serán los principales consumidores de este producto.

Tabla 6:
Cuadro de la población

<i>INDIVIDUOS</i>	<i>POBLACION</i>	<i>MUESTRA</i>
ARQUITECTOS	CIUDAD DE GUAYAQUIL	48
INGENIEROS CIVILES	CIUDAD DE GUAYAQUIL	36
<i>TOTAL</i>		84

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

3.3.2 Muestra

La muestra es una parte de la población con la que se realizara el estudio.

Las técnicas que se utilizará para este proyecto son: bibliográfica, experimental y de campo, a través de pruebas de laboratorio y entrevistas donde se recolectará la información necesaria sobre el nuevo producto para el mercado de la construcción. Utilizando la escala de Likert para medir el grado de importancia y la opinión de los arquitectos y constructores sobre la inclusión de este nuevo material que se está proponiendo.

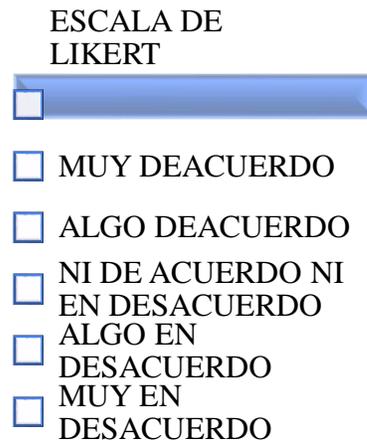


Imagen 21: Escala de Likert
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

3.4 Técnicas

3.4.1 Entrevista

La entrevista es una técnica la cual se basa en la conversación de dos o más personas en donde la recolección de los datos puede ser mediante la entrevista estructurada o una conversación libre; cualquiera de las dos que se fuera a usar puede estar acompañada de una guía de preguntas para poder orientar al entrevistado. En esta investigación se entrevistarán a profesionales en el campo de la construcción con el fin de poder conocer las expectativas de este producto a base de materiales reciclados y si ellos lo usarían en las construcciones.

3.5 Procesamiento y análisis de la información

Entrevista dirigida a profesionales en el campo de la construcción: Arquitectos e Ingenieros Civiles

1. ¿Cree usted que los desechos orgánicos e inorgánicos son de gran importancia y pueden ser utilizados en la elaboración de nuevos materiales de construcción?

Tabla 7:

Importancia de los desechos orgánicos e inorgánicos para la elaboración de nuevos materiales.

<i>OPCIONES</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>PORCENTAJE</i>
<i>Totalmente de acuerdo</i>	67	79%
<i>De acuerdo</i>	0	0%
<i>Ni en acuerdo ni en desacuerdo</i>	0	0%
<i>Totalmente en desacuerdo</i>	17	21%
<i>Total</i>	84	100%

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

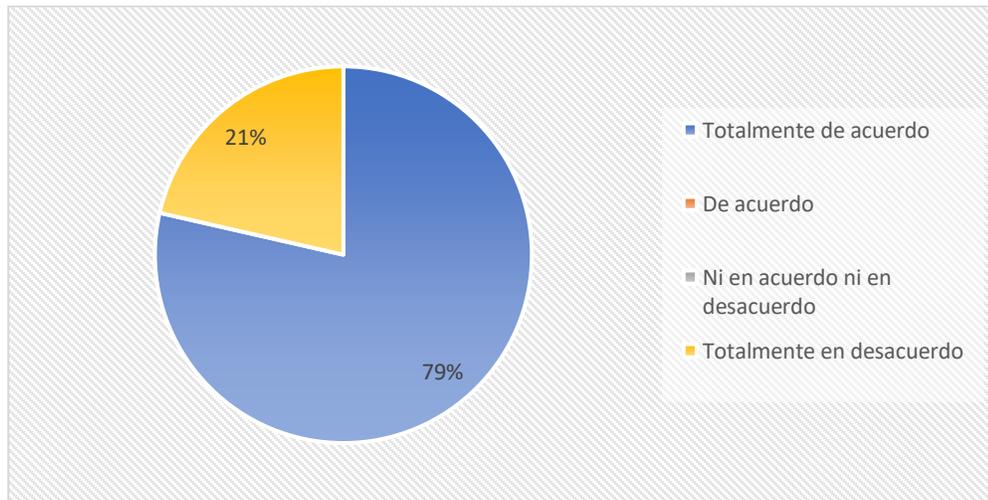


Imagen 22: Porcentajes de opiniones acerca del uso de desechos orgánicos e inorgánicos

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

Análisis: El 79% de los profesionales están totalmente de acuerdo y consideran que si es importante la elaboración de nuevos materiales con desechos orgánicos e inorgánicos porque de esta manera se aprovechan recursos naturales y ayudaría a disminuir desperdicios que en la mayoría de los casos hacen daño a la conservación del medio ambiente.

2. ¿Está de acuerdo en que la elaboración piedras de enchape con material reciclado sea utilizado en el área de la construcción?

Tabla 8:
Utilización de piedras de enchape con material reciclado

<i>OPCIONES</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>PORCENTAJE</i>
<i>Totalmente de acuerdo</i>	30	36%
<i>De acuerdo</i>	24	28%
<i>Ni en acuerdo ni en desacuerdo</i>	30	36%
<i>Totalmente en desacuerdo</i>	0	0%
<i>Total</i>	84	100%

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

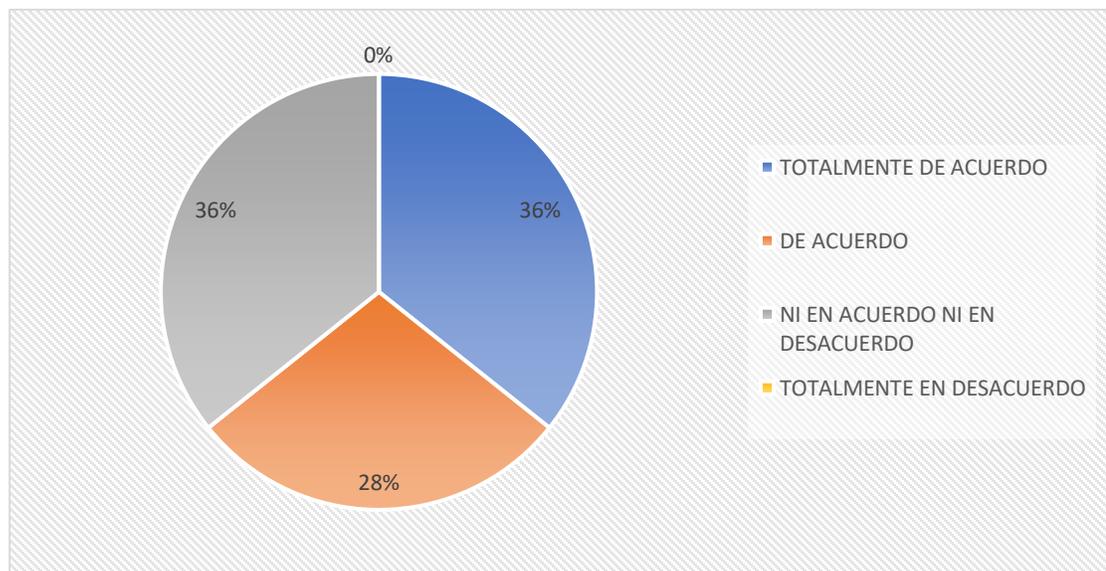


Imagen 23: Piedras de enchape a base de materiales reciclados.
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

Análisis: Un 36% está totalmente de acuerdo que podría funcionar la utilización de materiales reciclados en piedras de enchape siempre que se tenga en cuenta y sean estudiadas las propiedades mecánicas de cada una de las materias primas utilizadas en el nuevo material.

3. ¿Cree usted que al momento de comprar piedras de enchape lo más importante sea la calidad del material y su bajo costo?

Tabla 9:
Características consideradas al momento de comprar piedras de enchape

<i>OPCIONES</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>PORCENTAJE</i>
<i>Totalmente de acuerdo</i>	54	64%
<i>De acuerdo</i>	24	29%
<i>Ni en acuerdo ni en desacuerdo</i>	6	7%
<i>Totalmente en desacuerdo</i>	0	0%
<i>Total</i>	84	100%

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

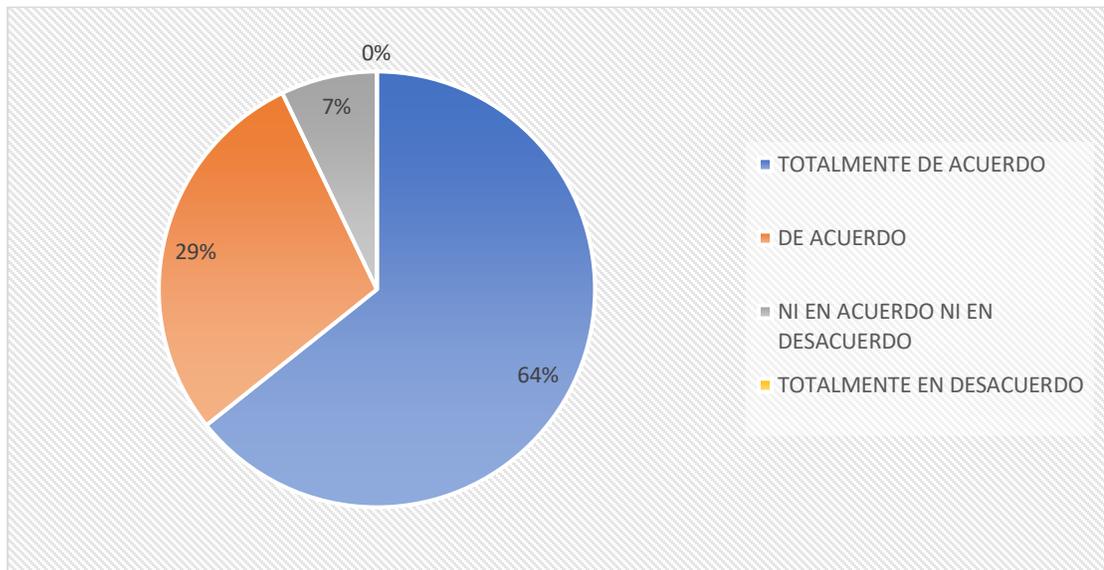


Imagen 24: Porcentaje considerado al momento de comprar piedras de enchape
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

Análisis: El 64% de los profesionales consideran la calidad del material y la variedad de diseños que existen, siempre y cuando tenga un precio accesible para el consumidor.

4. ¿Está de acuerdo que el uso que tendrá la piedra de enchape elaborada con sacos de cemento y fibra de banano reciclados sea como un elemento decorativo para las edificaciones?

Tabla 10:
Piedras de enchape como elemento decorativo

<i>OPCIONES</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>PORCENTAJE</i>
<i>Totalmente de acuerdo</i>	42	50%
<i>De acuerdo</i>	24	29%
<i>Ni en acuerdo ni en desacuerdo</i>	12	14%
<i>Totalmente en desacuerdo</i>	6	7%
<i>Total</i>	84	100%

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

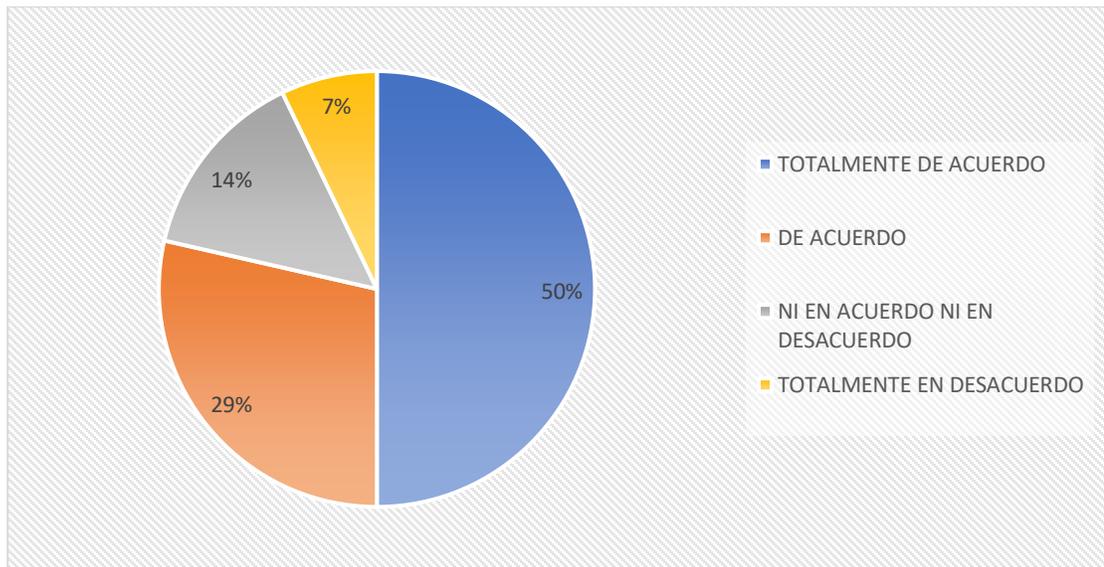


Imagen 25: Porcentaje de posibles usos de las piedras de enchape como elemento decorativo
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

Análisis: El 50% de los profesionales están totalmente de acuerdo que las piedras de enchape elaborada con sacos de cemento y fibra de banano reciclados sean usadas como un elemento decorativo para fachadas, jardinerías, patios sociales y edificaciones en general.

5. ¿Considera usted que el uso de fibra de banano y sacos de cemento en materiales nuevos, aportaría de manera positiva con el medio ambiente?

Tabla 11:
Aporte positivo del uso de materiales reciclados en piedras de enchape.

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
<i>Totalmente de acuerdo</i>	54	64%
<i>De acuerdo</i>	18	22%
<i>Ni en acuerdo ni en desacuerdo</i>	6	7%
<i>Totalmente en desacuerdo</i>	6	7%
Total	84	100%

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

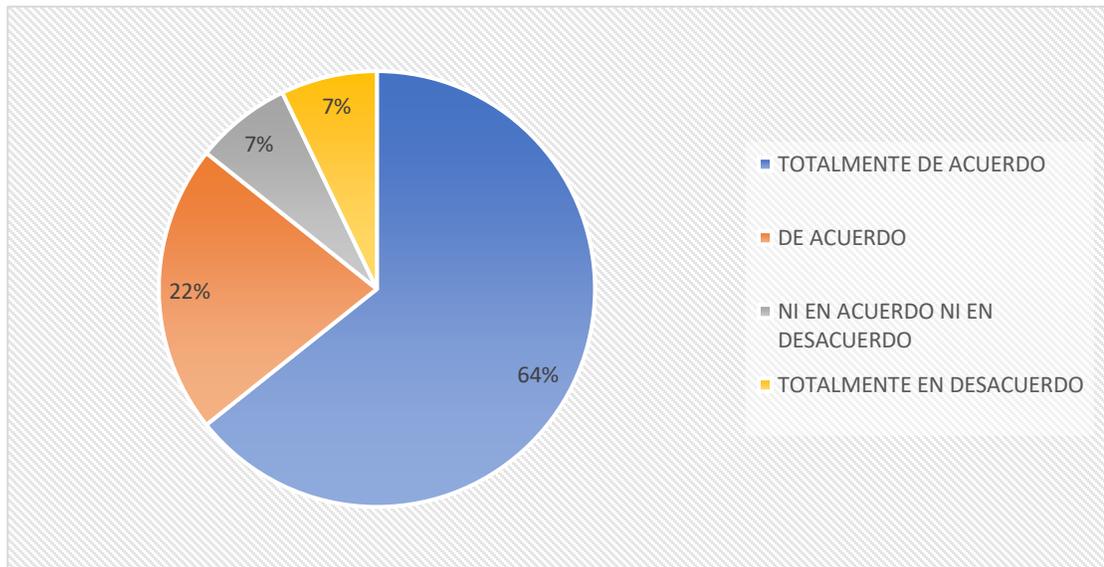


Imagen 26: Porcentaje de opiniones sobre el aporte positivo con el medio ambiente que se generaría
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

Análisis: EL 64% de los profesionales están totalmente de acuerdo que el uso de materiales reciclados como la fibra de banano y sacos de cemento aportarían de manera positiva, porque generalmente son desechados y no tienen ningún otro uso, y que mejor manera que darles un uso adicional.

6. ¿Cambiaría el uso de materiales que actualmente emplea en sus obras por materiales a base de fibra de banano y sacos de cemento reciclados?

Tabla 12:
Cambio de materiales tradicionales por materiales a base de fibra de banano y sacos de cemento reciclados.

<i>OPCIONES</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>PORCENTAJE</i>
<i>Totalmente de acuerdo</i>	48	57%
<i>De acuerdo</i>	24	29%
<i>Ni en acuerdo ni en desacuerdo</i>	6	7%
<i>Totalmente en desacuerdo</i>	6	7%
<i>Total</i>	84	100%

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

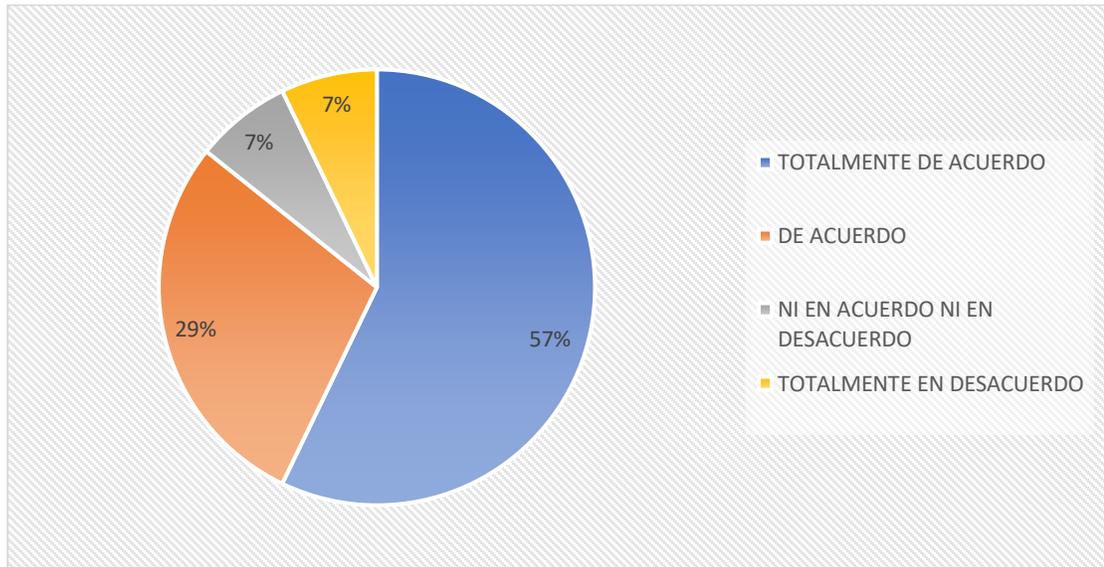


Imagen 27: Porcentaje profesionales que cambiarían el tipo de material que usan actualmente.

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

Análisis: El 57% de los profesionales concuerdan en que están totalmente de acuerdo de cambiar el uso de materiales decorativos tradicionales por materiales a base de fibra de banano y sacos de cemento reciclados, siempre que cumplan con una resistencia adecuada, con un diseño innovador y precios accesibles competitivos con el mercado.

7. ¿Considera usted que las piedras de enchape con material reciclado afectaría de alguna manera el mercado de la construcción?

Tabla 13:

Piedras de enchape a base de materiales reciclados en el mercado de la construcción.

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
<i>Totalmente de acuerdo</i>	59	71%
<i>De acuerdo</i>	19	22%
<i>Ni en acuerdo ni en desacuerdo</i>	0	0%
<i>Totalmente en desacuerdo</i>	6	7%
Total	84	100%

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

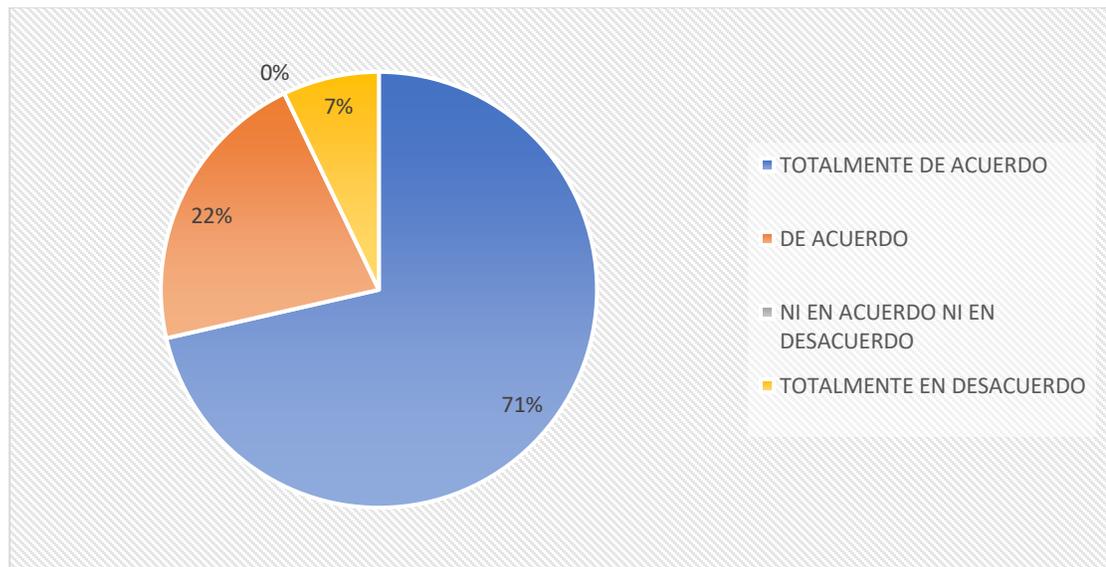


Imagen 28: Porcentaje de opiniones de profesionales

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

Análisis: El 71% de los profesionales están totalmente de acuerdo que las piedras de enchape a base de materiales reciclados no afectaría en ningún ámbito, pues el mercado de la construcción es muy amplio y hay muchos productos con los cuales se pueden competir, este producto será muy innovador e interesante.

8. ¿Estaría usted de acuerdo que en la construcción se deban utilizar este tipo de productos?

Tabla 14:
Opiniones sobre la utilización de estos materiales en la construcción

<i>OPCIONES</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>PORCENTAJE</i>
<i>Totalmente de acuerdo</i>	78	93%
<i>De acuerdo</i>	0	0%
<i>Ni en acuerdo ni en desacuerdo</i>	0	0%
<i>Totalmente en desacuerdo</i>	6	7%
<i>Total</i>	84	100%

Elaborado por: (Madrünero & Salazar, 2020)

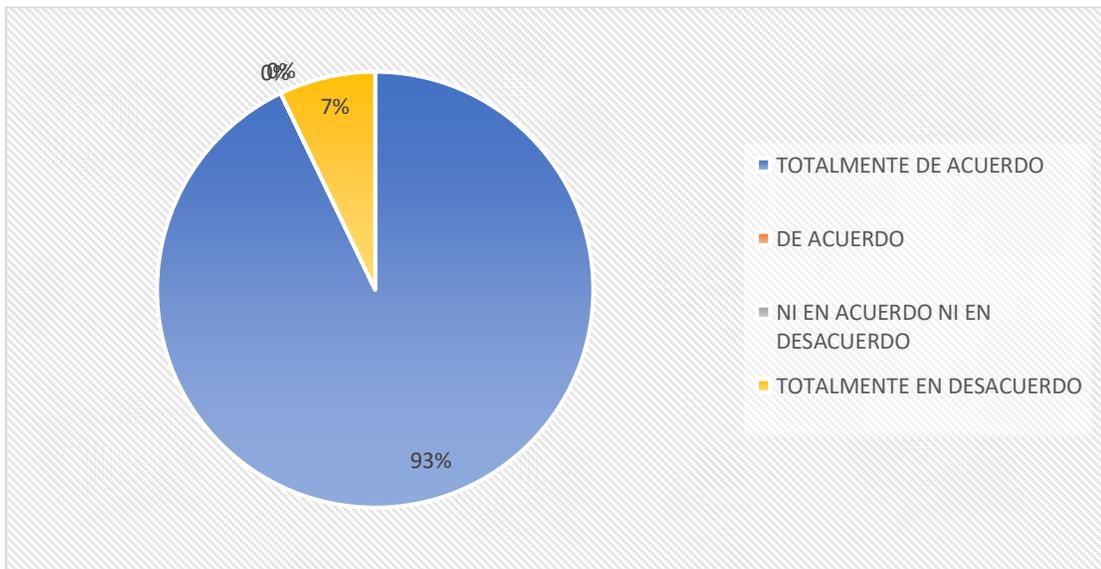


Imagen 29: Porcentaje de opiniones del uso de este material en la construcción
Elaborado por: (Madrünero & Salazar, 2020)

Análisis: El 93% de las profesionales si están totalmente de acuerdo que en la construcción de usen este tipo de materiales porque actualmente la construcción genera muchos desechos y lo ideal sería que se utilicen más materiales elaborados con material reciclado, porque darán un aporte positivo con el medio ambiente.

9. ¿Cree usted que se generará cambios positivos a corto plazo al implementar las piedras de enchape con material reciclado?

Tabla 15:

Possibilidad de cambios que generarían las piedras de enchape con material reciclado.

<i>OPCIONES</i>	<i>FRECUENCIA</i>	<i>PORCENTAJE</i>
<i>Totalmente de acuerdo</i>	42	50%
<i>De acuerdo</i>	19	22%
<i>Ni en acuerdo ni en desacuerdo</i>	6	7%
<i>Totalmente en desacuerdo</i>	17	21%
<i>Total</i>	84	100%

Elaborado por: (Madrünero & Salazar, 2020)

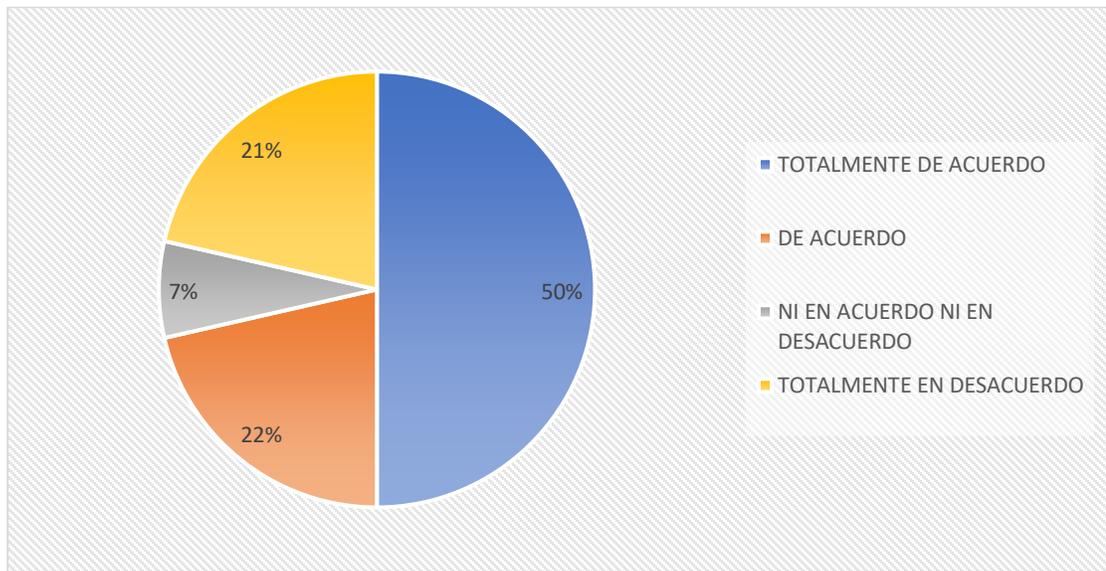


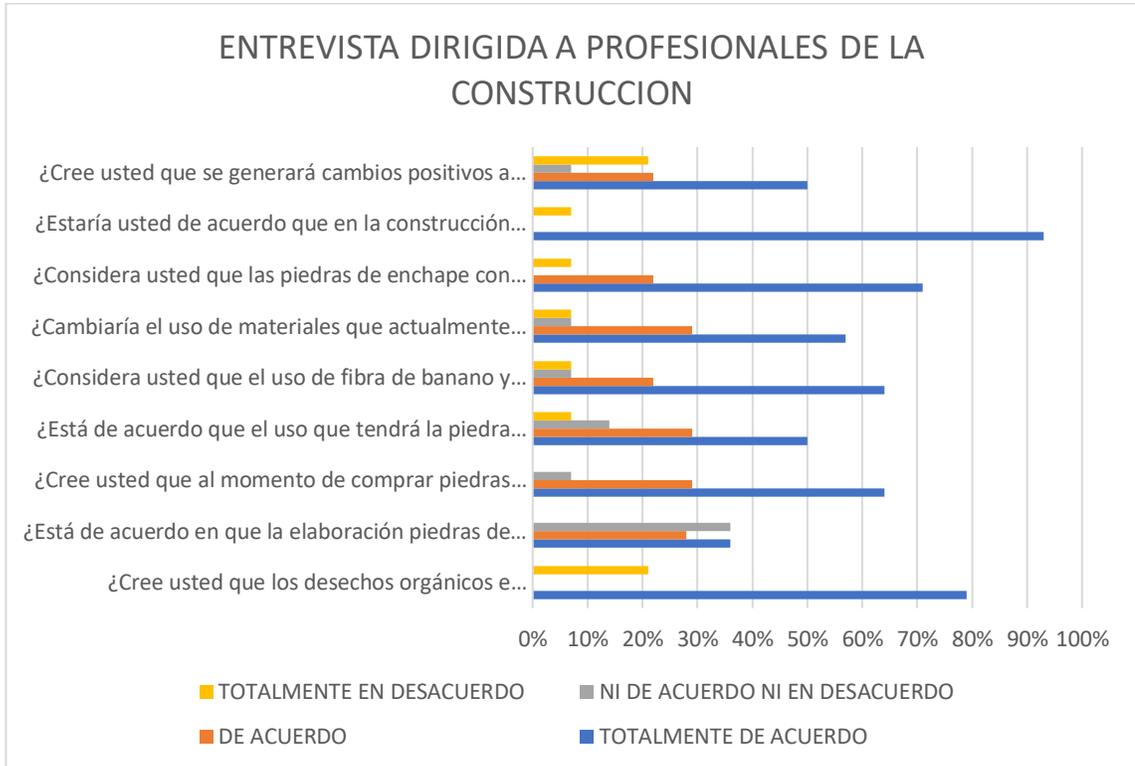
Imagen 30: Porcentaje de cambios que generarían las piedras de enchape según los profesionales

Elaborado por: (Madrünero & Salazar, 2020)

Análisis: El 50% de los profesionales están totalmente de acuerdo y consideran que no lo verían como un cambio sino una iniciativa positiva; que la construcción y la arquitectura se transformen en ecológicas y eco sustentables con el medio ambiente.

3.5.1 Cuadro consolidado de las entrevistas

Tabla 16:
Cuadro consolidado de las entrevistas



Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

CAPÍTULO IV

4 Propuesta

4.1 Tema

"Piedras de enchape a partir de sacos de cemento y fibra de banano reciclados para edificaciones"

4.2 Descripción de la propuesta

La elaboración de piedras de enchape con materiales reciclados como la fibra de banano y sacos de cemento, se lleva a cabo para incentivar a muchas personas a la reutilización de materiales que conservan aún sus propiedades, y así poder aportar con el medio ambiente. También, contribuir con un material de construcción económico, de fácil instalación y con los estándares de calidad correspondientes.

Las piedras de enchape con sacos de cemento y fibra de banano reciclados serán un producto innovador. Porque gracias al avance de las tecnologías es posible obtener un producto adecuado y con las características suficientes para el uso. Además, se convertirá en un producto de la línea verde, reducirá los costos energéticos y aportará tanto al medio ambiente como a las personas del planeta tierra.

Para nuestra propuesta hemos elaborado varios moldes, para así obtener una mejor comparación entre las piedras a base de material reciclado y las piedras naturales. Por lo que se elaboró tres moldes, el uno en impresora 3D de 0.15 x 0.50 cm, el segundo molde fue hecho en casa tomando como referencia una piedra natural, éste tiene como medida 0.12 x 0.20 m aproximadamente. Y, por último, el tercer molde hecho con silicón caucho, tiene medida de 0.26 x 0.17 m, aproximadamente, es de forma irregular.

4.3 Cuadro de necesidades.

Tabla 17:
Cuadro de necesidades

Materia prima	Herramientas	Labor manual	Maquinarias	Presentación de los componentes para la mezcla
Fibra de banano	Machete, cuchillo y cuchillo con sierra	Descascarado, secado y desfibrado	Balanza digital.	Fibras deshidratadas al sol
Sacos de cemento. Papel kraft	Tijeras, estilete,	Recolección, selección y limpieza, trozado.	Licuadora	Trozado y licuado con agua obteniendo pasta
mortero	Tina de plástico, bailejo, vaso de medidor líquidos.	Mezclado de la arena y cemento, agua.	Mezclado manual	Mezcla pastosa
	Moldes			

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

4.4 Maquinarias y herramientas

<i>MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS</i>	
<i>Cuchillo</i> 	<i>Cuchillo con sierra</i> 
<i>Tina de plástico</i> 	<i>Tijeras</i> 
<i>Vaso medidor</i> 	<i>Licuadaora casera</i> 
<i>Martillo de goma</i> 	<i>Balanza digital</i> 

*Imagen 31: Maquinarias y herramientas
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.5 Desarrollo del proyecto

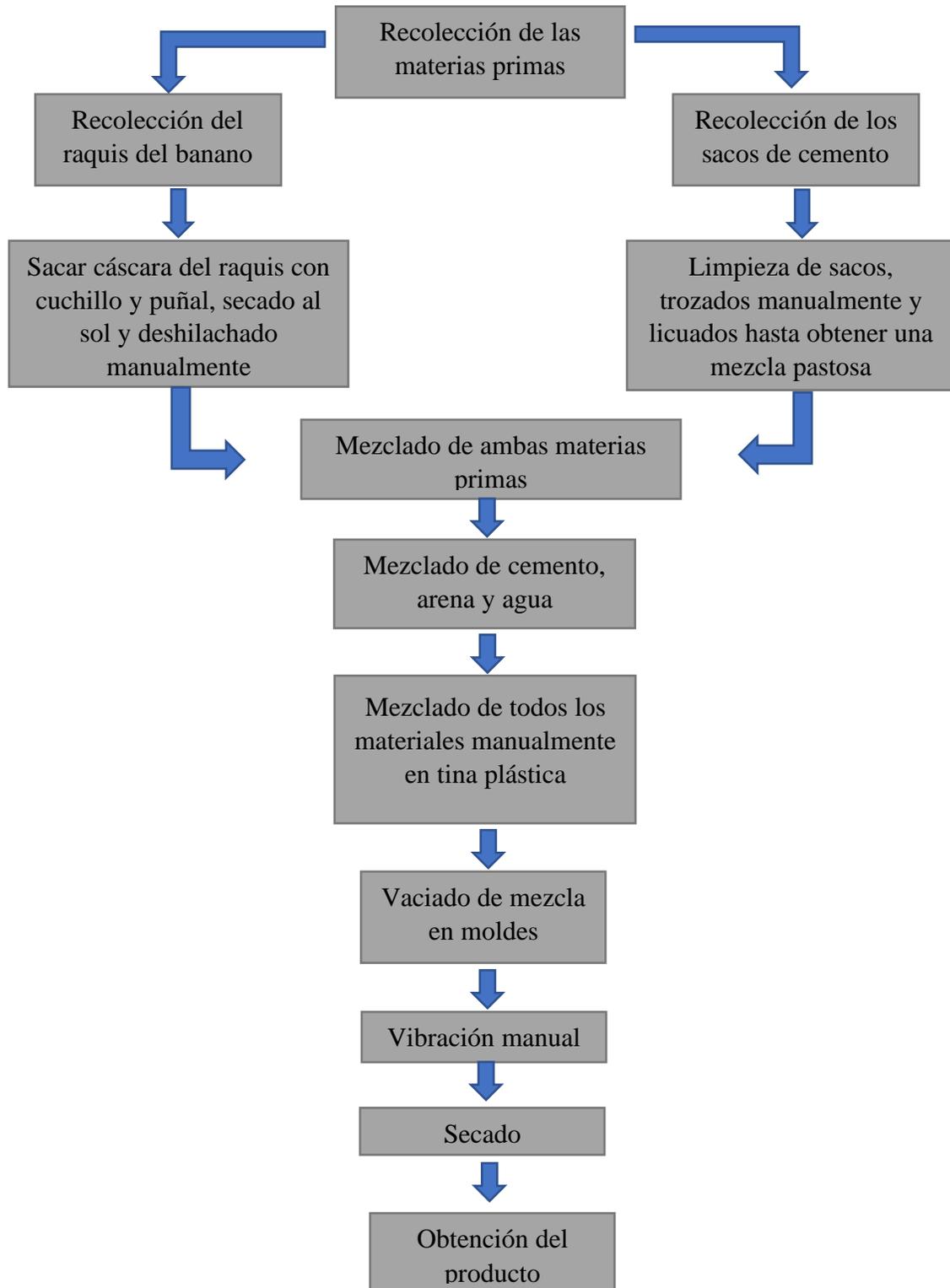


Imagen 32: Desarrollo del proyecto
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

4.6 Recopilación del material reciclado

4.6.1 Fibra de banano

El raquis de banano se la obtuvo de la hacienda “Gramalotal”, ubicada en Naranjal. En esta hacienda la cosecha del banano se la realiza cada semana, teniendo una producción aproximadamente de 150 hectáreas. Luego de que exista el control correspondiente y manejo de plagas, proceden a la extracción del banano, quedando el raquis (pinzote) como desecho. Este raquis es el que será utilizado como material reciclado.



*Imagen 33: Fibra del raquis de banano
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.6.2 Sacos de cemento

Los sacos de cemento serán recopilados de varias construcciones dentro de la ciudad de Guayaquil. En la mayoría de las construcciones los desperdicios de sacos de cemento son utilizados como fundas para la recolección de los escombros, pero en otros casos estos son tirados a la basura. En este proyecto se les dará un nuevo uso.



*Imagen 34: Sacos de cemento desechados
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.7 Tratamiento de la materia prima

4.7.1 Fibra de Banano

La fibra de banano será extraída de forma manual. Primero se corta el raquis de banano en partes pequeñas, para luego proceder a pelarlo con un puñal o cuchillo. Luego, obtenemos la fibra del banano, sacada a mano. Y, por último, una vez obtenida toda la fibra del raquis, se la corta en pequeños pedazos y ésta se la deja secar por una semana en el sol hasta conseguir que la fibra tome un tono amarillento.



*Imagen 35: Raquis de banano (secado al sol)
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*



*Imagen 36: Fibra obtenida del raquis de banano
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.7.2 Sacos de cemento

Primero se limpian los sacos de cemento dejando la menor cantidad de restos de cemento. Luego serán trozados manualmente y sumergidos en un balde con agua para su limpieza total. Después de 4 horas se los escurre y bate en licuadora con un mínimo de agua limpia, y esto se lo deja en un recipiente por 1 día (para obtener la fibra del papel kraft de los sacos de cemento). Por último, con la ayuda de una toalla se hace la torsión de la materia prima para quitar el exceso de agua, y así obtenemos la fibra del papel kraft.



*Imagen 37: Licuado de los sacos de cemento
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*



*Imagen 38: Fibra de papel kraft de los sacos de cemento
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.8 Elaboración de prototipos

4.8.1 Prototipo 1

Luego de la obtención de las materias primas, procedemos a elaborar el primer prototipo con cemento, arena y agua.

4.8.1.1 Dosificación

Tabla 18:

Dosificación prototipo 1

Materiales	Unidad	Peso
Sacos de cemento	Gr	186
Fibra de banano	Gr	2.5
Cemento	Gr	428
Arena	Gr	856
Agua	Gr	270

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

4.8.1.2 Procedimiento

- Se mezcla el cemento, arena y agua en una tina
- Se prepara el molde con desmoldante casero (aceite)
- Se realiza el vaciado del mortero
- Luego se añaden los sacos de cemento y fibra, y se mezcla
- Secado 1 día para desmoldar



Imagen 39: Prototipo 1 antes del desmolde
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

4.8.1.3 Resultado

Se obtuvo el primer prototipo de 0.15 x 0.50 m., de color natural con un espesor de 0.015m. A continuación, se puede observar que la dosificación que se utilizó no fue la adecuada, ya que, al momento de desmoldar el prototipo, se notó que hubo un quebramiento a la mitad y descompensación de la piedra; a causa de eso se deformó y no se alcanza a apreciar su diseño.



*Imagen 40: Prototipo 1
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.8.2 Prototipo 2

4.8.2.1 Dosificación

Tabla 19:
Dosificación prototipo 2

Materiales	Unidad	Peso
Sacos de cemento	Gr	1.8
Fibra de banano	Gr	1.8
Cemento	Gr	720
Arena	Gr	1320
Agua	Gr	380

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

4.8.2.2 Procedimiento

- Se cubre el molde con plástico, para un mejor desmolde
- Se mezcla el cemento, arena y agua en una tina

- Luego se añaden los sacos de cemento y fibra, y se continúa mezclando
- Se vierte toda la mezcla en el molde
- Secado 12h para desmoldar

4.8.2.3 Resultado

En la segunda prueba obtuvimos un prototipo de 0.15 x 0.50 m., tiene una mejor apariencia, pero al igual que la prueba anterior esta se partió en 2, en este caso fue debido al exceso de arena.



*Imagen 41: Prototipo 2
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.8.3 Prototipo 3

4.8.3.1 Dosificación

Tabla 20:

Dosificación prototipo 3

Materiales	Unidad	Peso
Sacos de cemento	Gr	58
Fibra de banano	Gr	14.1
Cemento	Gr	428
Arena	Gr	107
Agua	Gr	110

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

4.8.3.2 Procedimiento

- Se mezcla el cemento, arena, agua y los sacos de cemento en una tina
- Previamente se prepara el molde con aceite casero para que al momento de desmoldar sea más fácil
- Se realiza el vaciado en el molde hasta la mitad, se hace el vibrado manual con la ayuda de un martillo de goma
- Se añaden las fibras y se continúa con el resto de la mezcla hasta llenar el molde, se hace el vibrado manual nuevamente para lograr una buena compactación de los materiales
- La mezcla en el molde se debe dejar secar por 24 horas, para luego proceder a desmoldar



*Imagen 42: Mezcla de los materiales
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.8.3.3 Resultado

El tercer prototipo con medidas de 0.12 x 0.20 m. con un espesor de 0.02m, pudimos observar que al momento de desmoldarlo no presento quebramiento de la piedra por lo que se consideró que es de mejores características que la anterior, el diseño de la piedra se observa mejor que la del prototipo 1; por lo que se le realizarán las pruebas de laboratorio para comprobar que cumplan con las normativas correspondientes.



*Imagen 43: Prototipo 3
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.8.4 Prototipo 4

A este prototipo se decidió darle color, para lo que se utilizó polvo mineral en tono caoba el cual fue colocado directamente a la mezcla, esto nos ayudará a darle un acabado mucho más natural.

4.8.4.1 Dosificación

Tabla 21:

Dosificación prototipo 4

Materiales	Unidad	Peso
Sacos de cemento	Gr	26
Fibra de banano	Gr	17.5
Cemento	Gr	428
Arena	Gr	107
Agua	Gr	176
Polvo Mineral	Gr	15

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

4.8.4.2 Procedimiento

- Se mezcla el cemento, arena, agua y los sacos de cemento en una tina
- Previamente se prepara el molde con aceite casero para que al momento de desmoldar sea más fácil

- Una vez que se tiene la mezcla se le coloca el polvo mineral que es el que le dará el color a la piedra
- Se realiza el vaciado en el molde hasta la mitad, se hace el vibrado manual con la ayuda de un martillo de goma
- Se añaden las fibras y se continúa con el resto de la mezcla hasta llenar el molde, se hace el vibrado manual nuevamente para lograr una buena compactación de los materiales
- La mezcla en el molde se debe dejar secar por 24 horas, para luego proceder a desmoldar

4.8.4.3 Resultado

El cuarto prototipo con medidas de 0.12 x 0.20 m. con un espesor de 0.025m, a diferencia del prototipo anterior a esta piedra se le aumento el espesor y poder obtener una piedra mucho más resistente, a esta de igual manera se les hará las pruebas correspondientes para comprobar que sea apta y cumpla con las normativas correspondientes. A esta piedra se le colocó un polvo mineral color caoba, la cual tomó un tono no tan encendido, pero se conserva el tono que se quiso obtener.



*Imagen 44: Prototipo 4
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.8.5 Prototipo 5

4.8.5.1 Dosificación

Tabla 22:

Dosificación prototipo 5

Materiales	Unidad	Peso
Sacos de cemento	Gr	26
Fibra de banano	Gr	17.5
Cemento	Gr	319
Arena	Gr	384
Agua	Gr	132

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

4.8.5.2 Procedimiento

- Mezclamos los elementos según la dosificación correspondiente para este prototipo; el cemento, arena, agua y los sacos de cemento los colocamos en una tina
- El molde se lo prepara con aceite casero para desmoldar la piedra
- Se vierte la mezcla hasta la mitad y se vibra con un martillo de goma, procedemos a colocar la fibra y se continua con el resto de la mezcla; se vuelve a vibrar para obtener una mejor compactación de los materiales
- La mezcla en el molde se debe dejar secar por 24 horas, para luego proceder a desmoldar

4.8.5.3 Resultado

El quinto prototipo con medidas 0.145 x 0.15 m con un espesor de 0.015m., se le realizará las pruebas necesarias para comprobar que cumpla los requisitos según la norma, de este prototipo obtuvimos una piedra más ligera.



Imagen 45: Prototipo 5
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

4.8.6 Prototipo 6

4.8.6.1 Dosificación

Tabla 23:

Dosificación prototipo 6

Materiales	Unidad	Peso
Sacos de cemento	Gr	0.50
Fibra de banano	Gr	0.50
Cemento	Gr	250
Arena	Gr	400
Agua	Gr	110

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

4.8.6.2 Procedimiento

- Se cubre el molde con aceite casero para un mejor desmolde
- Se mezcla el cemento, arena y agua en una tina
- Luego se añaden las fibras de los sacos de cemento y del banano, y se continúa mezclando hasta obtener una mezcla homogénea
- Se vierte toda la mezcla en el molde, se procede hacer la vibración manual con un martillo de goma, para una mejor adherencia.
- Secado para su posterior desmolde por 24h.

4.8.6.3 Resultado

El sexto prototipo con una medida: 0.225 x 0.15m con un espesor de 0.015m nos dio como resultado la siguiente piedra:



*Imagen 46: Prototipo 6
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.8.7 Prototipo 7

A este prototipo también se le dará color, para lo que utilizó polvo mineral en tono verde el cual fue colocado directamente a la mezcla, como se comprobó en el prototipo 4 de esta manera actúa mucho mejor el mineral.

4.8.7.1 Dosificación

Tabla 24:

Dosificación prototipo 7

Materiales	Unidad	Peso
Sacos de cemento	Gr	10
Fibra de banano	Gr	27
Cemento	Gr	321
Arena	Gr	214
Agua	Gr	205
Polvo Mineral	Gr	15

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

4.8.7.2 Procedimiento

- Se mezcla el cemento, arena, agua y los sacos de cemento en una tina
- Previamente se prepara el molde con aceite casero para que al momento de desmoldar sea más fácil
- Una vez que se tiene la mezcla se le coloca el polvo mineral que es el que le dará el color a la piedra
- Se realiza el vaciado en el molde hasta la mitad, se hace el vibrado manual con la ayuda de un martillo de goma
- Se añaden las fibras y se continúa con el resto de la mezcla hasta llenar el molde, se hace el vibrado manual nuevamente para lograr una buena compactación de los materiales
- La mezcla en el molde se debe dejar secar por 24 horas, para luego proceder a desmoldar

4.8.7.3 Resultado

El séptimo prototipo con medidas de 0.12 x 0.20 m. con un espesor de 0.02m, se le realizarán las pruebas correspondientes, en esta piedra, por el polvo mineral colocado a la hora de la mezcla se obtuvo un tono verdoso oscuro.



*Imagen 47: Prototipo 7
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.9 Experimento con acabados para la piedra con material reciclado

En cuanto se termina el proceso de experimentación con las dosificaciones se obtiene una placa con óptimas condiciones en cuanto a peso y composición, gracias a la incorporación de fibras en la mezcla. En consecuencia, el resultado es un mayor ahorro en materiales como arena y cemento.

A continuación, se detalla un resumen de los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio que se le realizaron a los prototipos.

4.9.1 Pruebas realizadas

4.9.1.1 Ensayos de laboratorio

En este punto de la investigación a todos los prototipos se les ha realizado las pruebas necesarias para comprobar cuál cumple con los requisitos que exigen las normas tomadas como referencia para este tipo de material.

4.9.1.2 Dimensiones

Las dimensiones de las piedras son inferiores a 1m, por consiguiente, si cumple.

4.9.1.3 Relación agua/cemento

Se considera una relación agua/cemento entre 0.48 y 0.68 para hormigones cuya resistencia se encuentra en el rango de 210 y 280 Kg/cm², como lo indica el siguiente cuadro de la norma:

Tabla 25:

Correspondencia entre la relación agua/cemento y la resistencia a la compresión

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm ²)	Relación agua/cemento	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
420	0.41	---
350	0.48	0.40
280	0.57	0.48
210	0.68	0.59
140	0.82	0.74

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

4.9.1.4 Propiedades físicas y mecánicas

Para comprobar que las piedras cumplan con los requisitos y propiedades que están estipulados en la norma, se realizaron las pruebas correspondientes; en el siguiente cuadro se resume el resultado de las pruebas para los 7 prototipos.

Tabla 26:
Resultado de pruebas de laboratorio

RESUMEN DE PRUEBAS REALIZADAS A LOS PROTOTIPOS														
	COLOR	SACOS DE CEMENTO	FIBRA DE BANANO	CEMENTO	ARENA	AGUA	MINERAL	FECHA DE RUTURA	ABSORCIÓN %	ÁREA NETA	PESO	PESO HÚMEDO	CARGA	RESISTENCIA MPa
		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)			(cm2)	(kg)	(kg)	(kN)	(Neta)
PROTOTIPO 1	GRIS	186	2,5	425	856	270	0	1/7/2020				N/A		
PROTOTIPO 2	GRIS	1,8	1,8	720	1320	380	0	1/7/2020				N/A		
PROTOTIPO 3	GRIS	58	14,1	428	107	110	0	1/7/2020	17,92%	150,42	340,09	401,03	12,40	4,50
PROTOTIPO 4	CAOBA	26	17,5	428	107	176	15	1/7/2020	13,06%	148,42	533,80	603,50	34,10	11,10
PROTOTIPO 5	GRIS	26	17,5	319	384	132	0	1/7/2020	10,00%	217,5	957,50	1053,30	13,62	7,92
PROTOTIPO 6	GRIS	0,5	0,5	250	400	110	0	2/7/2020	12,00%	337,50	667,30	745,90	8,91	6,29
PROTOTIPO 7	VERDE OSCURO	10	27	321	214	205	15	1/7/2020	4,73%	148,42	453,33	474,81	15,18	4,99

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

4.9.1.5 Resistencia climática por absorción total de agua

En la prueba de absorción total de agua el prototipo 7 dio como resultado una absorción del 4.73%, la cual estaría cumpliendo con el porcentaje que indica la norma.

4.9.1.6 Resistencia a la flexión y carga de rotura

EL prototipo 7 también cumple con la resistencia a la flexión con un resultado de 4.99 MPa y una carga de rotura de 15.18kN.

4.9.1.7 Comportamiento frente al fuego

Por los componentes y materiales que tienen las piedras, según la norma se consideran como elementos no combustibles por lo que no es necesario realizarles ensayos.

4.9.1.8 Aspectos visuales

Las baldosas deben estar libres de porciones de materia sobrante que sobresalga irregularmente en bordes y superficies (rebabas).

4.9.1.9 Textura

Para este tipo de piedra la textura estará definida por el molde que previamente se seleccionó para este proyecto, la cual cumple con las medidas y características definidas en la norma.

4.9.1.10 Color

El color que se dio a las piedras se consideró los descrito en la norma la cual nos sugiere que puede colorearse la capa superficial o toda la unidad.

Para el proceso de la coloración de la piedra se utilizó mineral natural el cual se lo aplicó de 2 maneras diferentes, en donde se apreció que en cada una de los procedimientos la piedra se coloró de manera diferente.



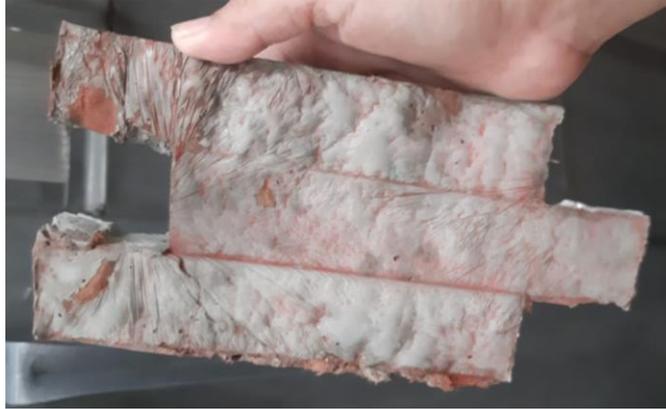
*Imagen 48: Minerales para cemento
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.9.1.11 Primer prototipo-Procedimiento

En el primer prototipo, se obtuvo inicialmente un tono natural (gris). Luego de 10 días de secado de la piedra, se procedió a pintar la misma con un trozo de waype humedecido en agua, pequeños toques suaves para que se adhiriera de mejor manera el mineral. Finalmente, se la deja secar por una hora.

Prueba realizada

Luego de la pintura aplicada en la piedra, se comprobará que ésta no pierda su color al estar expuesta en agua. Así que se procedió a sumergir la piedra en un envase con agua por 24 horas. Pero luego de este tiempo, al sacar la piedra, se demostró que perdió un 75% de color.



*Imagen 49 : Prueba de agua de la piedra de enchape, resultado fallido
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.9.1.12 Segundo prototipo-Procedimiento

Al segundo prototipo se la coloró de manera diferente, al momento del proceso de la mezcla de los materiales se le colocó cierta cantidad de mineral natural. Por lo que, debemos mezclar bien para obtener un color homogéneo. Luego de esto se continúa con el vaciado en el molde y secado de la piedra.

Prueba realizada

Para comprobar que el segundo prototipo mantenga su color, se lo sumerge en agua por 24 horas para realizarle la misma prueba que el prototipo 1. Luego de este tiempo la sacamos del agua y comprobamos que de esta manera la piedra mantuvo su color a un 100%.



*Imagen 50: Segunda prueba de agua de la piedra de enchape, mejor resultado en tono
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.9.1.13 Prueba casera con productos químicos

La piedra que se utilizó para esta prueba, fue pintada con mineral natural, el cual fue colocado al momento de hacer la mezcla porque fue la que mejor conservó el color. Así que, esta piedra fue sumergida por 24 horas en un envase con 600ml de cloro, para verificar que reacción tenía al dejarla expuesta por un tiempo determinado. Por tanto, se pudo comprobar que la piedra conservo su tono verdoso oscuro y no presento grietas ni quebramiento, esta se mantuvo intacta al sacarla del envase con cloro.



*Imagen 51: Prueba de la piedra de enchape con producto químico (cloro)
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.9.1.14 Prueba exponiendo la piedra al sol y en agua (casera)

En esta prueba, se ha expuesto a las piedras por un determinado tiempo al sol por 15 días y se las sumergió en un envase con agua por 15 días también; de esta forma determinaremos cual es la reacción del producto ante estos dos escenarios, lo que nos comprobará si la piedra esta apta para usarla en exterior.

4.9.1.14.1 Resultado 1-Exposición de la piedra al sol

Lo que pudimos apreciar después de los 15 días expuesta la piedra al sol, es que no hubo ningún tipo de cambio de color o fisuras en la piedra. Podríamos decir que la piedra si puede estar expuesta al sol.



*Imagen 52: Piedra de enchape expuesta al sol
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.9.1.14.2 Resultado 2-Exposición de la piedra en agua

En cuanto a la piedra que se dejó a la intemperie sumergida en agua, se pudo notar que esta se tornó de un tono verdoso en algunas partes de la piedra.



*Imagen 53: Piedra de enchape expuesta al agua por varios días
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.10 Presupuesto

Se realizó un presupuesto aproximado para la elaboración de piedra de enchape con material reciclado por unidad, y para la elaboración por 1m2 de las mismas piedras:

Tabla 27:

Presupuesto de piedras d enchape por unidad

Precio por piedra (Peso 0.6kg)				
CONTENIDO	PESO POR PIEDRA	PRECIO	PRECIO	
	kg			por piedra
Sacos de cemento	0,013	\$ 0,47	\$	0,01
Fibra de banano	0,036	\$ 0,174	\$	0,01
Cemento	0,428	\$ 0,16	\$	0,07
Arena	0,28	\$ 0,03	\$	0,01
Polvo Mineral	0,015	\$ 1,78	\$	0,03
Mano de obra	1	\$ 0,08	\$	0,08
Transporte	1	\$ 0,05	\$	0,05
VALOR TOTAL DE PIEDRA				\$ 0,24

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

Tabla 28:

Presupuesto de piedras de enchape por M2

Por cada M2 se utilizarán 40 piedras (Peso 24.17kg)				
CONTENIDO	PESO POR 1 M2	PRECIO	PRECIO TOTAL	
	kg			M2
Sacos de cemento	0,533	\$ 0,47	\$	0,25
Fibra de banano	1,440	\$ 0,174	\$	0,25
Cemento	17,12	\$ 0,16	\$	2,70
Arena	11,20	\$ 0,01	\$	0,16
Polvo Mineral	0,60	\$ 1,78	\$	1,07
Mano de obra	1	\$ 3,32	\$	3,32
Transporte	1	\$ 2,00	\$	2,00
VALOR TOTAL POR M2				\$ 9,76

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

4.11 Comparación de precios con otros materiales de revestimientos por m2

Tabla 29:
Comparación de precios

<u>NOMBRE</u>	<u>PESO KG</u> <u>M2</u>	<u>VALOR POR</u> <u>m2</u>	<u>IMAGEN</u>
Piedra a base de material reciclado (Sacos de cemento y fibra de banano)	24.17 Kg	\$ 9.75	
Piedra cascada	54.89 Kg	\$ 14.50	
Espacato	35.91 Kg	\$ 25.00	
Piedra cauca blanca	32.00 Kg	\$ 32.34	

Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

4.12 Instalación de las piedras de enchape

La instalación de las piedras de enchape con material reciclado se la realiza de la misma manera que un revestimiento tradicional; por consiguiente, se deben seguir los siguientes pasos:

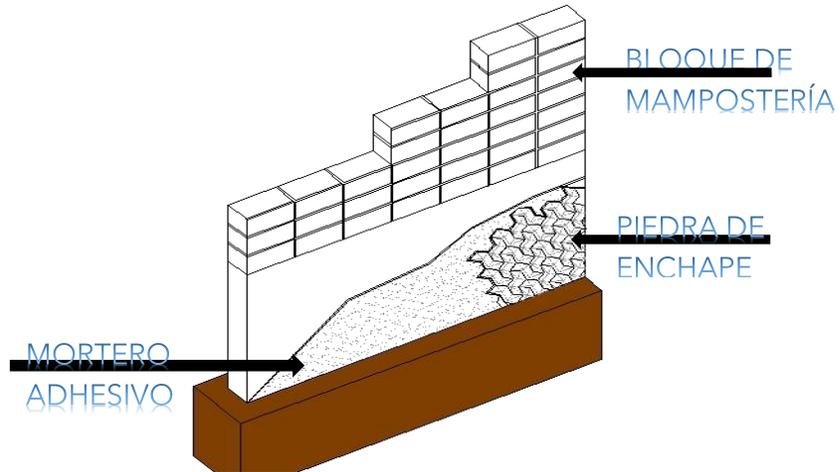
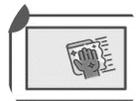
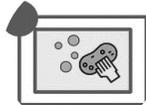


Imagen 54: Aplicación de la piedra de enchape
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)



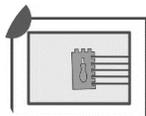
Limpiar el área donde se colocará la piedra



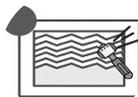
Humedecer con una esponja la cara que estará al contacto con el adhesivo de pared



En la pared donde se colocará la piedra se deberá aplicar el adhesivo que previamente se decidió utilizar



Al aplicar el adhesivo elegido y con la ayuda de una llana dentada se deberá hacer surcos, esto ayudará a una mejor adherencia



Se colocará la piedra y con un martillo de goma dar leves golpes a la piedra



Si se desea darle color a la piedra se le podrá aplicar pintura del color de su preferencia y para finalizar aplicar un sellador.

Imagen 55: Técnicas para la aplicación de las piedras de enchape con material reciclado
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

Sugerencias

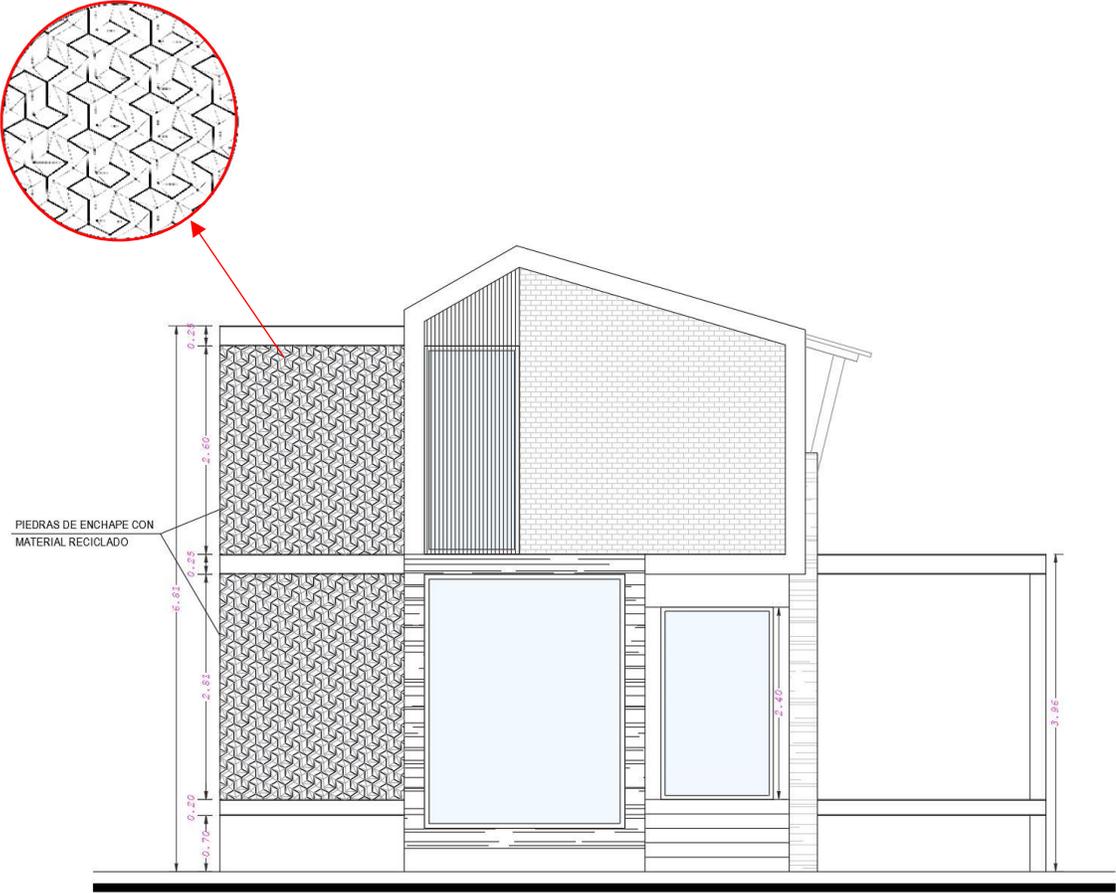
- Las piedras de enchape a base de materiales reciclados se las puede usar tanto en muros como en columnas para que cumplan la función de revestimientos en elementos verticales.
- Se medirá el elemento donde se colocará el revestimiento para poder sacar el rendimiento del material y cuantas piedras se necesitarán colocar.
- La superficie donde será colocada deberá estar muy bien nivelada y completamente seca.
- Se colocará mortero o algún material de adherencia en la superficie, igual como la colocación de una cerámica.
- Colocar las piedras en el elemento vertical las cuales deben quedar previamente niveladas, el exceso de mortero debe ser retirado con una esponja húmeda.
- Se deberá dejar secar por al menos 2 días, para que el material de adherencia cumpla su función.

4.13 Ficha Técnica

<u>FICHA TÉCNICA</u>		
<u>PIEDRA DE ENCHAPE</u>		
	Material de revestimiento a base de materia prima reciclada (Fibra de banano y sacos de cemento de papel kraft)	
<u>PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS</u>		
RESISTENCIA CLIMÁTICA POR ABSORCIÓN TOTAL DE AGUA	4.73%	NTE INEN 3128 2017-02
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	4.99Mpa	NTE INEN 3128 2017-02
CARGA DE ROTURA	15.18kN	NTE INEN 3128 2017-02
<u>CARACTERÍSTICAS GENERALES</u>		
TEXTURA	Textura lisa con relieve	
FORMA	Irregular	
COLOR	Acabado natural (Gris)	
USO	Interior - Exterior	

*Imagen 56: Ficha Técnica
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

4.14 Propuesta de revestimiento en diferentes áreas



FACHADA FRONTAL

Imagen 57: Aplicación de la piedra d enchape en fachada frontal (vivienda 1)
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)

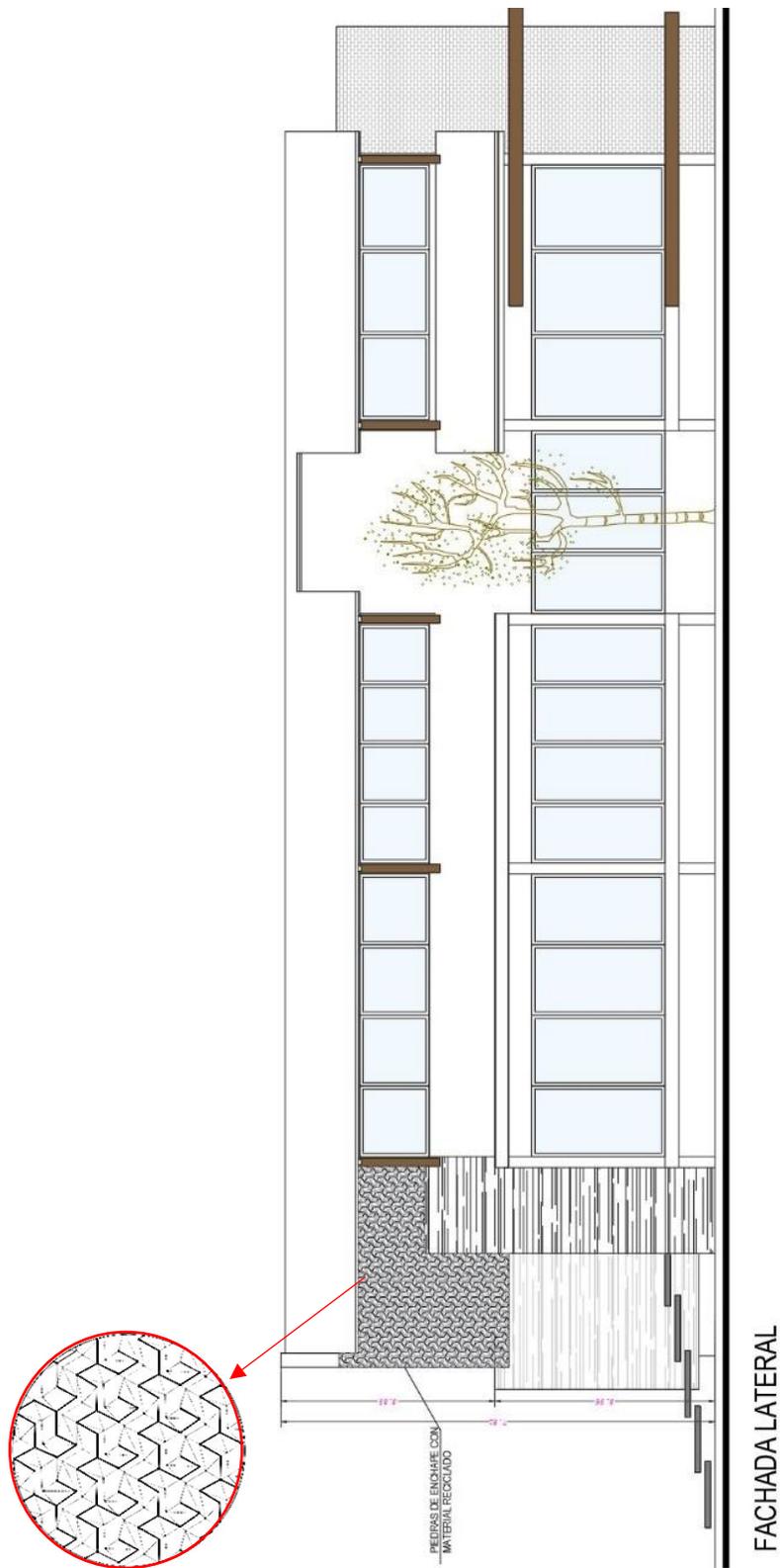
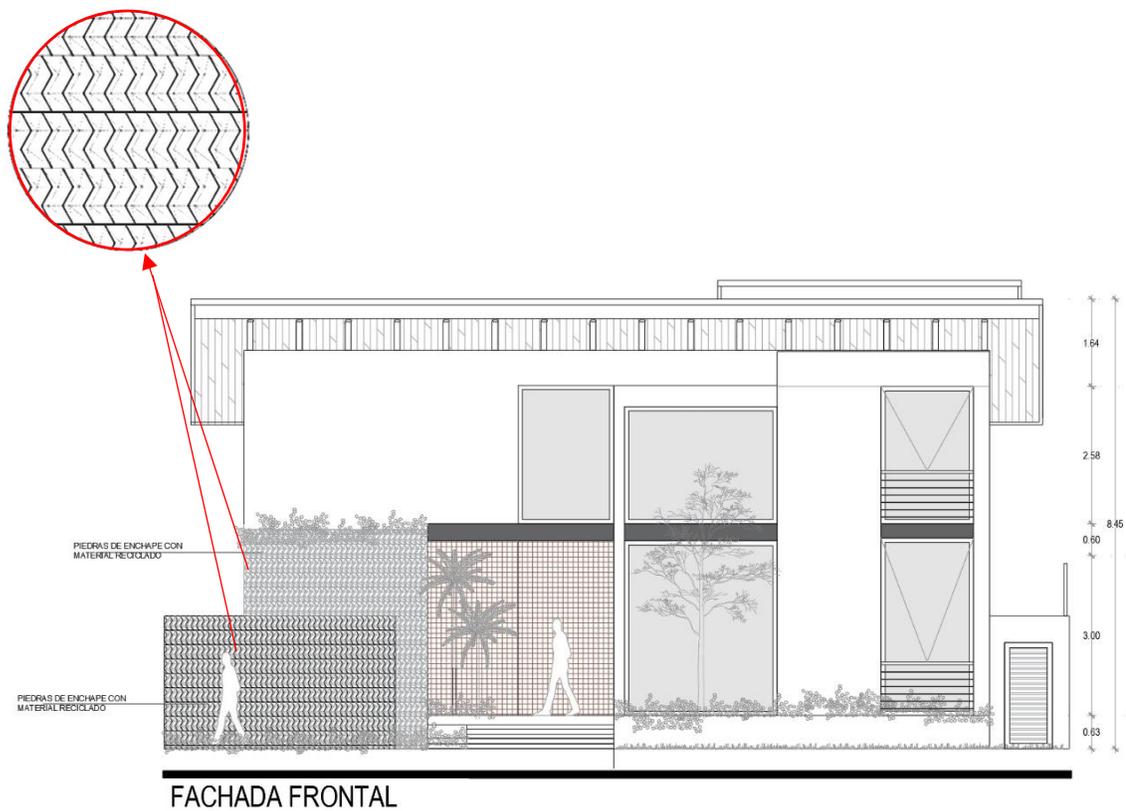
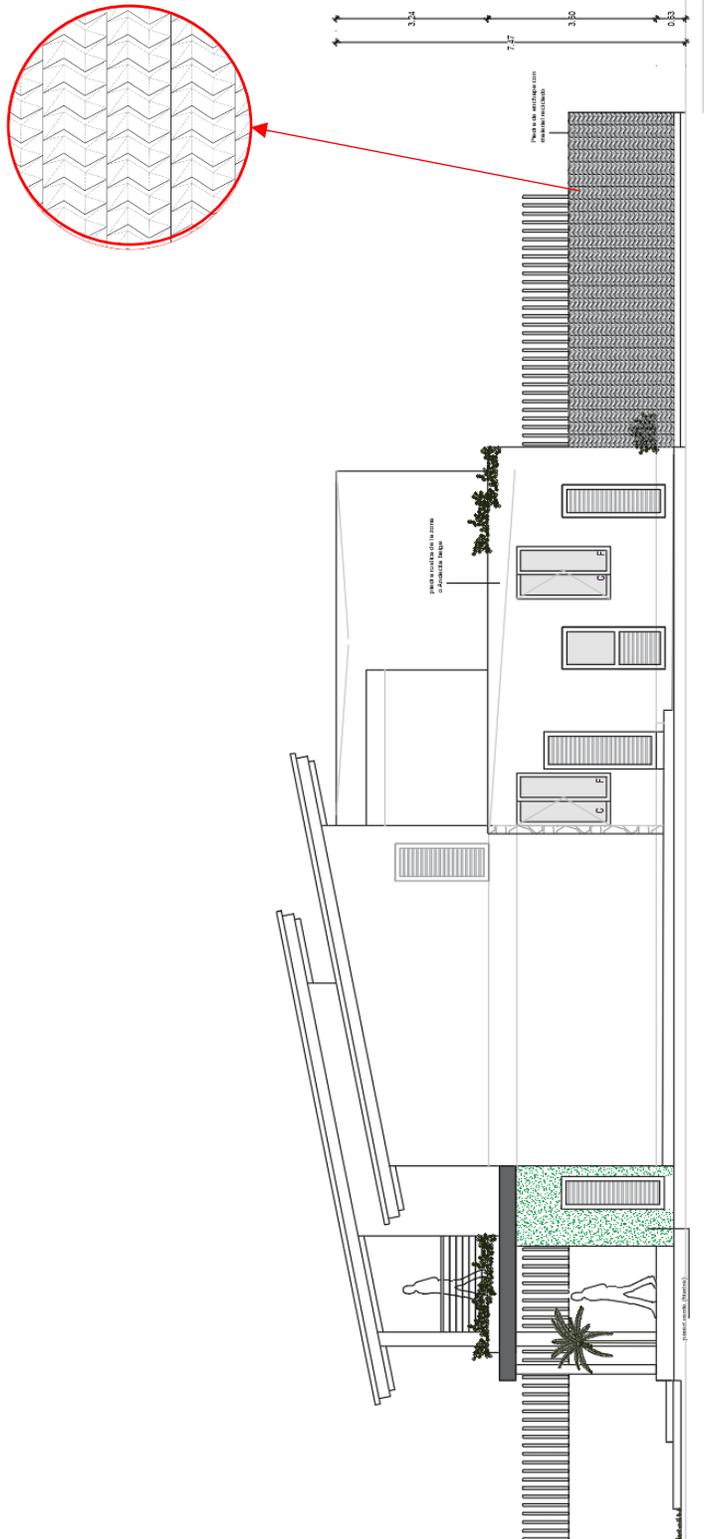


Imagen 58: Aplicación de la piedra de enchape en fachada lateral (vivienda 1)
 Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)



*Imagen 59: Aplicación de la piedra de enchape en fachada frontal (vivienda 2)
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*



FACHADA LATERAL

Imagen 60: Aplicación de la piedra de enchape en fachada lateral (vivienda 2)
 Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)



*Imagen 61: Aplicación de la piedra de enchape en cocina
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*



*Imagen 62: Aplicación de la piedra de enchape en sala
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*



*Imagen 63: Aplicación de la piedra de enchape en dormitorio
Elaborado por: (Madruñero & Salazar, 2020)*

CONCLUSIONES

En conclusión, se elaboró una piedra de enchape con materiales reciclados como los sacos de cemento y la fibra de banano mezclados con mortero tradicional. El papel kraft de los sacos de cemento también resultó ser fibra, ya que este tipo de papel está hecho a partir de la pulpa de madera, que luego de los procedimientos ya explicados obtenemos la fibra de los sacos de cemento. Es decir, que para la piedra de enchape final se usó el 4% de fibra de banano y el 1% de sacos de cemento, por lo que se usó el 5% de fibra para la dosificación adecuada.

Luego de haber obtenido la dosificación correcta se realizó un prototipo irregular, el cual fue el definitivo para la presentación final. Sin embargo, al momento de exponer la piedra a la intemperie por varios días, se observó la aparición de una capa de moho en la piedra. Es decir, que para su uso exterior se debe aplicar aditivos como selladores, para una mejor resistencia a la intemperie.

El prototipo final hecho a base de fibras de banano y sacos de cemento puede llegar a una mejor apariencia, a base de productos fáciles de encontrar en el mercado como: minerales y selladores para un mejor acabado y apariencia de piedra de enchape.

RECOMENDACIONES

Se realizó la investigación de cada materia prima a utilizarse, pero se recomienda que se analice de forma más profunda la incidencia de la fibra de banano en la durabilidad de la piedra debido a su origen orgánico.

Para la elaboración de los prototipos se recomienda que estos sean elaborados en molde de silicón, porque se pudo observar un mejor acabado en la piedra y al momento de desmoldar fue mucho más fácil. A su vez el uso de este molde puede llegar a ser más duradero y con el mismo hacer varias piedras. Por lo tanto, comparándolo con el molde impreso en 3D, éste al momento de desmoldar la piedra se partió, por lo que no es recomendable usarlo para este tipo de pruebas.

Luego de experimentar diversas dosificaciones se elaboraron varios prototipos, de los cuales cada uno de ellos reaccionaron de diferente forma. Por lo que se recomienda usar el 1% del papel kraft de los sacos de cemento, debido a que esta materia prima absorbe agua aún después del proceso realizado, teniendo un porcentaje de absorción mayor al establecido en la norma. Y en cuanto a la fibra de banano, se recomienda usar un 4%, ya que esta materia prima ayuda a que las piedras de enchape sean ligeras y resistentes. En consecuencia, se usa el 5% de fibra en total.

Las diferentes pruebas realizadas en laboratorio a las piedras de enchape ayudaron a determinar cuál de las dosificaciones cumplía con las especificaciones que indica la norma. Adicional, se realizaron pruebas caseras, por lo que se recomienda que al utilizar la piedra de enchape en el exterior se debe aplicar un sellador posterior a su colocación, este actuará como impermeabilizante, sin alterar su tono y dándole un acabado natural.

GLOSARIO

Arquitectura. – Arte y técnica de diseñar, proyectar y construir edificios y espacios públicos.

Celulosa. – Sustancia sólida, blanca, amorfa, inodora y sin sabor, e insoluble en agua, alcohol y éter, que constituye la membrana celular de muchos hongos y vegetales.

Construcción. – Acto de hacer una estructura nueva usando el ingenio y diferentes materiales.

Diseño. – Actividad creativa que tiene por fin proyectar objetos que sean útiles y estéticos.

Ecológico. – Que defiende y protege el medio ambiente

Edificación. – Construcción de grandes dimensiones fabricada con piedra o materiales resistentes y que está destinada a servir de espacio para el desarrollo de una actividad humana.

Enchape. – Recubrimientos o revestimientos que se aplican a diferentes elementos constructivos. Se pueden construir de diferentes materiales tales como piedras naturales, artificiales, madera, plásticos, etc.

Fibra. – Filamento de origen natural, artificial o sintético, apto para ser hilado y tejido, que generalmente presenta gran finura y buena flexibilidad.

Lignina. – Sustancia natural que forma parte de la pared celular de muchas células vegetales, a las cuales da dureza y resistencia.

Materia orgánica. – Producto que se obtiene de residuos animales o vegetales

Materia inorgánica. –

Mezcla. – Objeto que resulta de mezclar distintos materiales o elementos.

Minerales de cemento. – Es un polvo fino que se obtiene de la calcinación de piedra caliza, arcilla y mineral de hierro.

Piedra. – Materia mineral dura y de estructura compacta

Prototipo. – Molde original con el que se fabrica otras iguales.

Revestimiento. – Capa de algún material con la que se cubre una superficie

Reciclar. – Someter materiales usados o desperdicios a un proceso de transformación o aprovechamiento para que puedan ser nuevamente utilizados.

Sustentable. – Capacidad que tiene una sociedad para hacer uso consciente y responsable de sus recursos, sin agotarlos o exceder su capacidad de renovación.

5 BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, S., & Soria, J. (2016). *Elaboración nde un prototipo de lámina aglomerada como elemento interior a base de cascarilla de arroz con muyuyo para la Coop. Voluntad de Dios*. Ecuador, Guayaquil.
- Andrade, A., & León, M. (2019). *Prototipo de placas decorativas basado en mortero tradicional y fibra de cáscara de maní para revestimiento de paredes interiores de viviendas*. Guayaquil. Ecuador.
- Araujo, J., & Malan, N. (2019). *Análisis de la situación económica de los pequeños productores de banano de la Parroquia Jesús María del Cantón Naranjal, provincia del Guayas durante el periodo 2015-2017*. Guayaquil, Ecuador.
- Argos. (2014). ARGOS IMPLEMENTA PROGRAMA DE RECICLAJE PIONERO EN COLOMBIA. *Grandes Realidades*, 1.
- Arquitectura, G. d. (2004). QUITO. Quito, Ecuador.
- Arvellos, R. (2017). *Evaluación de la interferencia de adición de fibra de papel kraft en morteros*. Brasília, Brasil. Obtenido de <https://translate.google.com/?hl=es#view=home&op=translate&sl=auto&tl=es&ext=Kraft%20branco%20ou%20em%20cores%3A%20fabricado%20com%20pa%20sta%20qu%20C%20ADmica%20sulfato%20branqueada%2C%20e%20com%20Agra%20matura%20entre%2030%20g%20Fm%20e%20150%20g%20Fm%20.%20Possui>
- Calderón, E. (2016). *Comparativa del módulo elasticidad de materiales biocomposites entre el ensayo dinámico y estático*. Valencia.
- Cauas, D. (2015). Obtenido de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36805674/1-Variables.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3Dvariables_de_Daniel_Cauas.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20190911%2Fus-east-1%2Fs3%2
- CFN. (2017). *FICHA SECTORIAL: BANANO Y PLATANOS*. Ecuador.
- Chavez Torres, J., & Pincay Moreno, C. (2018). *Estudio comparativo del comportamiento mecánico entre placas decorativas de piedra natural y placas decorativas a base de mezcla de hormigón con inclusión de vidrio reciclado*. Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2594/1/T-ULVR-2383.pdf>

- Chavez, J., & Pincay, C. (2018). *Estudio comparativo del comportamiento mecánico entre placas decorativas de piedra natural y placas decorativas a base de mezcla de hormigón con inclusión de vidrio reciclado*. Guayaquil.
- Constitución del Ecuador. (2014). *Constitución de la República del Ecuador*. Ecuador.
- Danel, O. (Noviembre de 2015). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/283486298_Metodologia_de_la_investigacion_Poblacion_y_muestra
- FICEM, C. T. (2014). *Gestión de la innovación en Cementos Argos*. Colombia.
- FIIC. (2019). *Líneas de investigación institucional ULVR*. Guayaquil.
- González, M. (2015). *Fabricación de piedra artificial a partir de residuos*. Europa, España.
- Guevara, V., & Tantarico, M. (2019). *evaluación comparativa de las características físico-mecánicas de las diferentes marcas de cemento portland tipo I, comercializadas en norte y centro del Perú*. Pimentel, Perú.
- Hendriksz, V. (2017). Innovación en Textiles Sustentables: Banana Fibre. *FASHIONUNITED*, 2-3.
- Herrera, E. (2016). *Impacto de exportar banano de la empresa Banasolrey S.A. con su propia marca con destino a Rotterdam periodo 2015*. Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2016/banasolrey.html>
- INEN. (2014). *BALDOSAS CERAMICAS. PARTE 2: DETERMINACION DE LAS DIMENSIONES Y DEL ASPECTO SUPERFICIAL (ISO 10545-2:1995, IDT)*. Quito, Ecuador.
- Lopez, N., & Sandoval, I. (s.f). Obtenido de http://recursos.udgvirtual.udg.mx/biblioteca/bitstream/20050101/1103/1/Methodos_y_tecnicas_de_investigacion_cuantitativa_y_cualitativa.pdf
- Madruñero, K., & Salazar, D. (2020). *Piedras de enchape a partir de sacos de cemento y fibra de banano reciclados*. Guayaquil.
- Otero, A. (8 de Agosto de 2018). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION_TABLA_DE CONTENIDO_Contenido
- Planificación, C. N. (2017). *Toda una Vida. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021*. Ecuador.
- Post, T. G. (Octubre de 2017). *Blastingnews*. Obtenido de Todo sobre la historia de las piedras de construccion: <https://es.blastingnews.com/curiosidades/2017/10/todo-sobre-la-historia-de-las-piedras-de-construccion-002101667.html>

- Rodríguez, C. (2016). *Uso de fibras vegetales procedentes de explotaciones agrícolas en la edificación sostenible*. Cataluña, España.
- Romero, J. (2016). *Elaboración de un revestimiento de pared utilizando cartón reciclado y elementos tradicionales para viviendas de interés social*. Ecuador, Guayaquil.
- Slone, V. (2015). *Extracción de fibra de pinzote de plátano con uso potencial textil y diseño*. Pereira, Colombia.
- Slone, V. (2015). *Extracción de fibra de pinzote de plátano con uso potencial textil y diseño*. Pereira, Colombia.
- Torres, A., & Vera, A. (2015). *Análisis de la utilización del tallo del banano como fuente de fibra, para potencializar la producción de artesanías del cantón el triunfo y su futura exportación*. Guayaquil, Ecuador.
- Tualombo, S. (2015). *Desarrollo de un material compuesto a partir de fibras naturales para la utilización en viviendas*. Ecuador, Sangolquí.
- Valverde, J., & Velasteguí, T. (2015). *Diseño de una máquina cortadora y vaciadora de sacos con cemento (50kg) con una capacidad de 120 sacos por hora para la industria de construcción*. Guayaquil: 12° CONGRESO IBEROAMERICANO DE INGENIERÍA MECANICA.
- Vasquez, I. (2016). Obtenido de <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2016/05/Tipos-de-estudio-y-m%C3%A9todos-de-investigaci%C3%B3n.pdf>
- Velásquez, S., Pelaéz, G., & Giraldo, D. (2016). *Uso de fibras vegetales en materiales compuestos de matriz polimérica: una revisión con miras a su aplicación en el diseño de nuevos productos*. Colombia.

ANEXOS

ANEXO 1.

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION

CARRERA DE ARQUITECTURA

- 1. ¿Cree usted que los desechos orgánicos e inorgánicos son de gran importancia y pueden ser utilizados en la elaboración de nuevos materiales de construcción?**

- 2. ¿Está de acuerdo en que la elaboración piedras de enchape con material reciclado sea utilizado en el área de la construcción?**

- 3. ¿Cree usted que al momento de comprar piedras de enchape lo más importante sea la calidad del material y su bajo costo?**

- 4. ¿Está de acuerdo que el uso que tendrá la piedra de enchape elaborada con sacos de cemento y fibra de banano reciclados sea como un elemento decorativo para las edificaciones?**

- 5. ¿Considera usted que el uso de fibra de banano y sacos de cemento en materiales nuevos, aportaría de manera positiva con el medio ambiente?**

- 6. ¿Cambiaría el uso de materiales que actualmente emplea en sus obras por materiales a base de fibra de banano y sacos de cemento reciclados?**

- 7. ¿Considera usted que las piedras de enchape con material reciclado afectaría de alguna manera el mercado de la construcción?**

- 8. ¿Estaría usted de acuerdo que en la construcción se deban utilizar este tipo de productos?**

- 9. ¿Cree usted que se generará cambios positivos a corto plazo al implementar las piedras de enchape con material reciclado?**

ANEXO 2.

Informe de ensayo de resistencia



Tel.: (593-4) 3013477
 Celular: 0985172232
 0996009904

Hormiltoral Cia. Ltda.
 Aurora-Salitre Km. 8
 Daule, Ecuador

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA DE PIEDRAS DECORATIVAS

Solicita: Karen Georgina Madruero Astudillo y Denisse Paulette Salazar Álvarez
 Tutor: Sotomayor Robles Susana Mariana, MG. Dis
 Tema: Piedras de Enchape a partir de sacos de cemento y fibra de banano reciclados para edificaciones
 Fecha de emisión: 21/7/2020
 NORMA: NTE INEN 3128

Ensayo #	Procedencia	Masa	Masa SSS	Absorción	Fecha de rotura	Edad (Días)	Carga (KN)	Área (mm ²)	Resistencia (MPa)
		(gr)	(gr)	(%)					
01	Karen Madruero	957,5	1053,3	10,0%	20-jul	28	13,62	1717	7,93
02	Karen Madruero	667,3	745,9	11,8%	20-jul	28	8,91	1414	6,30
03	Karen Madruero	453,3	474,8	4,7%	20-jul	28	15,18	3040	4,99

Realizado por:



 Ing. Francisco Tapia
 Control de Calidad
 Hormiltoral Cia. Ltda.

HORMILTORAL CIA. LTDA.

ANEXO 3.

Registro fotográfico de las pruebas de laboratorio

- **Pruebas mecánicas prototipo 4**



- **Pruebas mecánicas prototipo 6**





- **Pruebas mecánicas prototipo 7**

