



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE  
GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN  
CARRERA DISEÑO DE INTERIORES**

**PROYECTO DE INVESTIGACION PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE DISEÑADOR DE INTERIORES**

**“PROTOTIPO DE LADRILLO EN BASE DE MEZCLA DE  
CASCARARILLA DE CACAO Y BARRO PARA  
CONSTRUCCIONES EN LA ZONA CACAOTERA DE BUCAY”.**

**TUTORA:**

**MSC. DIS. LORENA PÉREZ VITERI**

**AUTORAS:**

**TERESA SARAÍ FIGUEROA MALDONADO**

**TATIANA MARÍA PÉREZ VITERI**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2018**



<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>	
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS 2018</b>	
<b>TITULO Y SUBTITULO:</b> Prototipo de ladrillo en base de mezcla de cascarilla de cacao y barro para construcciones en la zona cacaotera de Bucay.	
<b>AUTOR/ES:</b>  Teresa Saraí Figueroa Maldonado  Tatiana María Pérez Viteri	<b>TUTOR:</b>  Msc. Dis. Lorena Pérez Alarcón  <b>REVISORES:</b>
<b>INSTITUCIÓN:</b>  Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	<b>FACULTAD:</b>  Ingeniería, Industria y Construcción
<b>CARRERA:</b>  Diseño de Interiores	
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>  2018	<b>N. DE PAGS:</b> 183
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Arte	
<b>PALABRAS CLAVE:</b> Construcción de viviendas; Diseño de vivienda; Reciclaje de desechos; Materiales de construcción; Arcilla; Barro,	

<p><b>RESUMEN:</b> Esta investigación es para dar a conocer el potencial de este material desaprovechado, tomando en cuenta la reducción de impacto ambiental que tendría elaborar los ladrillos con este tipo de materia prima. Para beneficiar a la industria dándole uso a este producto y a su vez en la construcción de un nuevo material sustentable. La importancia es la innovación que puede darse a partir de la fabricación de materiales ecológicos.</p>		
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTORES/ES:	Tlfno.	E-mail:
Teresa Saraí Figueroa Maldonado	0959478892	terefigueroa19@hotmail.es
Tatiana María Pérez Viteri	0996159122	tatiianapv@gmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Nombre: MSc. Alex Salvatierra Espinoza. Decano de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción	
	Teléfono: 2596500 ext. 241	

## CERTIFICADO DE SIMILITUDES

**URKUND**

---

### Urkund Analysis Result

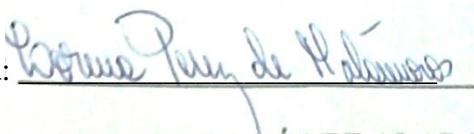
Analysed Document: tesis urkund sin imagenes.docx (D40849222)  
Submitted: 8/17/2018 6:16:00 AM  
Submitted By: mduenasb@ulvr.edu.ec  
Significance: 1 %

Sources included in the report:

<http://www.foodnewlatam.com/biotecnolog%C3%ADa/2750-composici%C3%B3n-qu%C3%ADmica,-calidad-microbiol%C3%B3gica-y-propiedades-antioxidantes-de-la-cascarilla-de-cacao-para-infusiones.html>

Instances where selected sources appear:

2

Firma: 

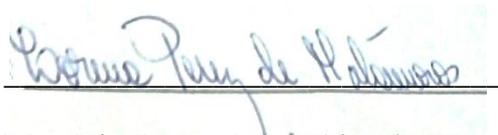
C. I. # 0906327465

## **CERTIFICACION DE ACEPTACION DEL TUTOR**

En mi calidad de tutora del proyecto de investigación Prototipo de ladrillo en base de mezcla de cascarilla de cacao y barro para construcciones en la zona cacaotera de Bucay, designado por el Consejo Directivo de la facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### **Certifico:**

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado **“PROTOTIPO DE LADRILLO EN BASE DE MEZCLA DE CASCARILLA DE CACAO Y BARRO PARA CONSTRUCCIONES EN LA ZONA CACAOTERA DE BUCAY”**, presentado por las estudiantes TERESA SARAÍ FIGUEROA MALDONADO Y TATIANA MARÍA PÉREZ VITERI como requisito previo, para optar el Título de DISEÑADORA DE INTERIORES encontrándose apto para su sustentación.



Msc. Dis. Lorena Pérez Alarcón

C.I. 0906327465

TUTORA

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES**

Las estudiantes egresadas TERESA SARAÍ FIGUEROA MALDONADO y TATIANA MARÍA PÉREZ VITERI declaramos bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación corresponde totalmente a las suscritas y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos nuestros derechos patrimoniales y de titularidad a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar la elaboración de un prototipo de ladrillo en base de mezcla de cáscara de cacao y barro para construcciones en la zona cacaotera de Bucay.

Autoras,



\_\_\_\_\_  
Teresa Saraí Figueroa Maldonado

C.I. 1715757264



\_\_\_\_\_  
Tatiana María Pérez Viteri

C.I. 0503295123

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a los catedráticos de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, que en calidad de docentes, compartieron sus amplios conocimientos y su experiencia.

A mi tutora MSc. María Lorena Pérez Alarcón, porque es parte fundamental de este logro, por su gran apoyo y experiencia brindada para poder culminar este último paso mi carrera profesional.

Teresa Figueroa Maldonado

## **AGRADECIMIENTO**

A mis seres queridos, ya que han sido quienes me han permitido superarme tanto en lo personal como en lo profesional y han estado incondicionalmente durante toda esta etapa de formación.

A mi tutora de tesis Msc. Dis. Lorena Pérez Alarcón y a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, quién me ha formado para este día estar aquí culminando esta etapa.

Tatiana Pérez Viteri

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios, quien me proveyó y me dio las fuerzas para poder concluir este proceso de tesis. A mis hermanos por su apoyo y a mis padres quienes me dieron vida, educación y sostén.

A todas aquellas personas que me brindaron su respaldo incondicional en todo este trayecto, sin dejar que me rinda, quienes, sin su ayuda, nunca hubieran podido concluir esta tesis. A todos ellos les agradezco desde el fondo de mi corazón.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis.

Con profundo respeto, amor y consideración.

Teresa Figueroa Maldonado

## **DEDICATORIA**

A mis padres, que, gracias a su esfuerzo diario, motivación y sacrificio puedo llegar a culminar con éxito este proceso formativo.

A cada miembro de mi familia, que a lo largo de estos años fueron parte de mi formación, me apoyaron y siempre estuvieron a mi lado.

Tatiana Pérez Viteri

# ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
CERTIFICADO DE SIMILITUDES .....	iv
CERTIFICACION DE ACEPTACION DEL TUTOR .....	v
CAPÍTULO I.....	3
1. TEMA. ....	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....	3
1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA. ....	5
1.3.SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA. ....	5
1.4.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.4.1.OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS. ....	5
1.5.JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.6.DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.7.HIPÓTESIS.....	7
1.8.VARIABLES.....	7
1.8.1.VARIABLE DEPENDIENTE.....	7
1.8.2.VARIABLE INDEPENDIENTE.....	7
CAPÍTULO II .....	8
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1.1. Historia del ladrillo.....	13
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	16
2.2.1 Ladrillo.....	16
2.2.2 Barro. ....	27
2.2.3 Cacao. ....	32
2.3. ELEMENTOS DEL DISEÑO.....	65
2.3.1.La construcción sostenible.....	68
2.3.2 Impacto Ambiental. ....	68
2.3.3.Materiales de Construcción. ....	68
2.3.4. Medio ambiente. ....	68
2.3.5. Reciclaje.....	68
2.3.6. Recurso renovable.....	68

2.3.7. Arquitectura verde. ....	69
2.3.8. Materiales sostenibles. ....	69
2.3.9. Diseño de Interiores. ....	69
2.4. MARCO LEGAL. ....	69
2.4.1. LEYES Y REGLAMENTOS. ....	69
2.4.2. CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. ....	70
2.4.3. NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN. ....	71
2.4.4. OBJETIVOS DEL PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR. ....	74
CAPÍTULO III. ....	77
3. MARCO METODOLÓGICO. ....	77
3.1. Enfoque de la investigación. ....	77
3.2. Modalidad básica de la investigación. ....	77
3.2.1. Investigación Documental Bibliográfica. ....	77
3.2.2. Investigación experimental. ....	78
3.2.3. Investigación de campo. ....	78
3.3. TIPOS DE INVESTIGACION. ....	79
3.3.1. Descriptiva. ....	79
3.3.2 Analítica. ....	79
3.4. MÉTODOS. ....	79
3.4.1. Método Hipotético Deductivo. ....	79
3.4.2. Método empírico. ....	79
3.5. POBLACIÓN, MUESTRA, INSTRUMENTO Y RECOLECCIÓN DE DATOS. ....	80
3.6. TÉCNICA: LA ENCUESTA. ....	80
3.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN. ....	81
CAPÍTULO IV. ....	92
4. Tema. ....	92
4.1. LA PROPUESTA. ....	92
4.2. REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO. ....	93
4.2.1 Materiales y Equipos. ....	93
Los materiales que se utilizaron para este proyecto de investigación fueron: ....	93
4.2.1.2. Elaboración de moldes. ....	95
4.3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO. ....	109
4.4. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS. ....	110
4.4.1. Recolección de la materia prima. ....	110

4.4.2. Selección de la cascarilla del cacao. ....	110
4.3.1. Selección del agregado compuesto. ....	112
4.5. EXPERIMENTACIÓN. ....	113
4.5.1. Prueba número uno. ....	114
4.5.1.1. Procedimiento. ....	114
4.5.1.2. Resultado. ....	119
4.5.2. Prueba número dos. ....	119
4.5.2.1. Procedimiento. ....	119
4.5.1.2. Resultado. ....	124
4.5.3. Prueba número tres. ....	125
4.5.3.1. Procedimiento. ....	125
4.6. ENSAYOS DE LABORATORIO. ....	131
4.6.1. Determinación de la resistencia física y mecánica. ....	131
4.6.2. Ensayo. ....	131
4.6.3. Muestras. ....	131
4.6.4. Resultados. ....	133
4.7. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL LADRILLO COMÚN Y EL LADRILLO DE CASCARILLA DE CACAO Y BARRO. ....	135
4.8. CONCLUSIONES. ....	136
4.9 RECOMENDACIONES. ....	138
4.10. BIBLIOGRAFÍA ....	139
ANEXOS ....	143

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Partes del ladrillo .....	26
Tabla 2: Plagas del cacao.....	54
Tabla 3: Encuesta 1 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.....	82
Tabla 4: Encuesta 2 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.....	83
Tabla 5: Encuesta 3 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.....	84
Tabla 6: Encuesta 4 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.....	85
Tabla 7: Encuesta 5 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.....	86
Tabla 8: Encuesta 6 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.....	87
Tabla 9: Encuesta 7 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.....	88
Tabla 10: Encuesta 8 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.....	89
Tabla 11: Encuesta 9 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.....	90
Tabla 12: Encuesta 10 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.....	91
Tabla 13: Resistencia de los ladrillos.....	133
Tabla 14: Comparación de ladrillo común con el de cascarilla de cacao y barro....	135

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Ladrillo ecológico. ....	17
Gráfico 2: Proceso de elaboración del ladrillo ecológico. ....	17
Gráfico 3: Cava, Excavación para extracción de materia prima. ....	19
Gráfico 4: Rueda Pisa Barro Metálica. ....	20
Gráfico 5: Moldeo de ladrillos manual. ....	21
Gráfico 6: Secado. ....	22
Gráfico 7: Partes del ladrillo. ....	26
Gráfico 8: Tipos de ladrillos. ....	27
Gráfico 9: Barro. ....	28
Gráfico 10: Ficha técnica del cacao. ....	32
Gráfico 11: Fruto del cacao, sección transversal. ....	33
Gráfico 12: Raíz de planta de cacao. ....	35
Gráfico 13: Rama plagiotrópica. ....	36
Gráfico 14: Hoja de Cacao. ....	37
Gráfico 15: Flor del Cacao. ....	38
Gráfico 16: Flor del Cacao. ....	39
Gráfico 17: Cascarilla de Cacao. ....	41
Gráfico 18: Semilla de Cacao ....	42
Gráfico 19: Proceso de cultivo del cacao. ....	43
Gráfico 20: Siembra por semilla del cacao. ....	45
Gráfico 21: Siembra por injerto del cacao. ....	46
Gráfico 22: Sombra permanente de cacao con árbol de guaba. ....	48
Gráfico 23: Sombra temporal de cacao con árbol de plátano. ....	49

Gráfico 24: Poda de árbol de cacao.....	53
Gráfico 25: Plaga de cacao: Chinche en forma de avispa.....	53
Gráfico 26: Enfermedad del cacao: mazorca negra. ....	55
Gráfico 27: Enfermedad del cacao monilia.....	56
Gráfico 28: Enfermedad del cacao: antracnosis.....	58
Gráfico 29: Enfermedad del cacao: mal de machete.....	59
Gráfico 30: Enfermedad del cacao: rosada. ....	62
Gráfico 31: Proceso de cosecha y post cosecha del cacao. ....	63
Gráfico 32: Gráfica 1 de encuesta.....	82
Gráfico 33: Gráfica 2 de encuesta.....	83
Gráfico 34: Gráfica 3 de encuesta.....	84
Gráfico 35: Gráfica 4 de encuesta.....	85
Gráfico 36: Gráfica 5 de encuesta.....	86
Gráfico 37: Gráfica 6 de encuesta.....	87
Gráfico 38: Gráfica 7 de encuesta.....	88
Gráfico 39: Gráfica 8 de encuesta.....	89
Gráfico 40: Gráfica 9 de encuesta.....	90
Gráfico 41: Gráfica 10 de encuesta.....	91
Gráfico 42: Materia prima para la fabricación de los ladrillos. ....	94
Gráfico 43: Pallets de madera. ....	95
Gráfico 44: Destornillamiento del pallet.....	95
Gráfico 45: Extracción de clavos del pallet .....	96
Gráfico 46: Diseño del molde uno. ....	97
Gráfico 47: Medidas del molde uno.....	97
Gráfico 48: Materiales para elaboración del molde uno .....	98

Gráfico 49: Armado del molde uno. ....	98
Gráfico 50: Molde uno. Corte de madera con serrucho japonés. ....	99
Gráfico 51: Molde uno. Unión de tablas con clavos. ....	99
Gráfico 52: Resultado final de proceso de elaboración del Molde uno. ....	100
Gráfico 53: Diseño del molde dos. ....	101
Gráfico 54: Medidas del molde dos ....	101
Gráfico 55: Materiales para elaboración del molde dos. ....	102
Gráfico 56: Armado del molde dos. ....	102
Gráfico 57: Molde dos. Corte de madera con serrucho japonés ....	103
Gráfico 58: Molde dos. Unión de tablas con clavos. ....	103
Gráfico 59: Resultado final de proceso de elaboración del Molde dos. ....	104
Gráfico 60: Diseño del molde tres. ....	105
Gráfico 61: Medidas del molde tres. ....	105
Gráfico 62: Materiales para elaboración del molde tres ....	106
Gráfico 63: Armado del molde tres. ....	106
Gráfico 64: Molde tres. Corte de madera con serrucho japonés. ....	107
Gráfico 65: Molde tres. Unión de tablas con clavos ....	107
Gráfico 66: Resultado final de proceso de elaboración Molde tres ....	108
Gráfico 67: Diagrama de flujo de proceso. ....	109
Gráfico 68: Secado de la pepa del cacao. ....	110
Gráfico 69: Descascarillado de la pepa del cacao. ....	111
Gráfico 70: Recolección de la cascarilla. ....	111
Gráfico 71: Proceso de extracción y producción del barro. ....	112
Gráfico 72: El barro como agregado compuesto. ....	113
Gráfico 73: Amasado mecánico del barro. ....	114

Gráfico 74: Agregado de la cascarilla al barro.....	115
Gráfico 75: Mezcla de la cascarilla de cacao con el barro.....	115
Gráfico 76: Remojo del molde en la mesa ladrillera.....	116
Gráfico 77: Vertido de la mezcla en el molde retirando excedentes.....	116
Gráfico 78: Retirado del molde.....	117
Gráfico 79: Secado al sol del ladrillo.....	117
Gráfico 80: Secado al sol de todas las caras del ladrillo.....	118
Gráfico 81: Cocción del ladrillo en el horno.....	118
Gráfico 82: Resultado final.....	119
Gráfico 83: Amasado mecánico del barro.....	120
Gráfico 84: Agregado de la cascarilla al barro.....	120
Gráfico 85: Mezcla de la cascarilla de cacao con el barro.....	121
Gráfico 86: Remojo del molde en la mesa ladrillera.....	121
Gráfico 87: Vertido de la mezcla en el molde retirando excedentes.....	122
Gráfico 88: Retirado del molde.....	122
Gráfico 89: Secado al sol del ladrillo.....	123
Gráfico 90: Secado al sol de todas las caras del ladrillo.....	123
Gráfico 91: Cocción del ladrillo en el horno.....	124
Gráfico 92: Resultado final.....	124
Gráfico 93: Amasado mecánico del barro.....	125
Gráfico 94: Agregado de la cascarilla al barro.....	126
Gráfico 95: Mezcla de la cascarilla de cacao con el barro.....	126
Gráfico 96: Remojo del molde en la mesa ladrillera.....	127
Gráfico 97: Vertido de la mezcla en el molde retirando excedentes.....	127
Gráfico 98: Retirado del molde.....	128

Gráfico 99: Secado al sol del ladrillo.....	128
Gráfico 100: Secado al sol de todas las caras del ladrillo.....	129
Gráfico 101: Cocción del ladrillo en el horno.....	129
Gráfico 102: Muestra 1.....	130
Gráfico 103: Muestra 1.....	131
Gráfico 104: Muestra 2.....	132
Gráfico 105: Muestra 3.....	132

## INTRODUCCIÓN

La investigación con enfoque cualitativo-cuantitativo se basa en elaborar un prototipo de ladrillo empleando la cascarilla de cacao y barro, para ser utilizado en las construcciones del cantón Bucay. Por lo que se han realizado varias pruebas con la finalidad que los materiales cumplan con los requisitos necesarios que exigen las normas de construcción.

Los agricultores de Bucay desechan la cascarilla del cacao, puesto que solo les interesa comercializar la pepa; mientras que el barro se usa para la fabricación de artesanías. La investigación de esta problemática se realiza por el interés de elaborar un prototipo de ladrillo económico para ser usado en la zona antes mencionada, debido a que las construcciones habitacionales del sector emplean materiales como la caña y madera. El principal propósito de la creación de este prototipo es que no sea contaminante y accesible para personas de escasos recursos.

Se asume el compromiso de la elaboración de un prototipo de ladrillo utilizando materiales alternativos no tradicionales que bajen los costos de construcciones habitacionales y permita dar una solución al problema medio ambiental.

Este trabajo se encuentra estructurado en cuatro capítulos que se detallan a continuación:

**Capítulo I:** Incluye el problema, con el contexto de investigación formulación de los objetivos, la redacción de la justificación que constituyen la esencia y punto de partida del trabajo investigativo.

**Capítulo II:** Presenta insumos teóricos sistemáticamente estructurados desde antecedentes, marco teórico, marco conceptual, marco legal sustentados en la bibliografía seleccionada en la investigación.

**Capítulo III:** Explica la metodología, análisis y discusión de resultados de la investigación, especificando en forma ordenada: lugar y recursos de ejecución de la investigación, el detalle y cuadros de conformación de la población y muestra seleccionado acorde a criterios técnicos, numéricos y estadísticos. Se incluye el tipo de investigación, los métodos, técnicas como la entrevista y la encuesta y finalmente se presentan los resultados de la investigación de campo considerando los 10 ítems de las encuestas.

**Capítulo IV:** Se incluye la planificación y elaboración de la propuesta como respuesta concreta de la investigación al mezclar la cascarilla de cacao con el barro para la elaboración de prototipo de ladrillo.

Finalmente se adiciona la Bibliografía, Webgrafía, y Anexos.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1. TEMA.**

“Prototipo de ladrillo en base a la mezcla de cascarilla de cacao y barro para construcciones en la zona cacaotera de Bucay”

#### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

El Ecuador es un país donde existe una gran producción de cacao. Según la Asociación de Nacional de Exportadores de Cacao, solo se utiliza aproximadamente un 10% del fruto, dejando atrás materia prima como la cascarilla, cuyas propiedades son desperdiciadas. Este desecho provoca contaminación ambiental debido a que es puesto en sacos de yute o sus agricultores proceden a la quema, ocasionando un gran impacto ecológico. (Sangronis, 2014)

El barro es un material que se obtiene de las riveras de los ríos, siendo una mezcla semilíquida de agua y tierra, tiene usos variados en la construcción, por ejemplo: fabricación de vasijas, floreros, esculturas, elementos decorativos, etc. Las construcciones antiguas fueron realizadas con este material y se remontan a los primeros asentamientos humanos.

Las viviendas que se construyen en el sector del agro ecuatoriano utilizan materiales de construcción tradicionales como la caña y la madera, para conservar su

estado físico al momento de construir este tipo de viviendas, se utilizan elementos químicos como maderol, aceite quemado o diésel que son peligrosos, debido a su alto porcentaje inflamable. (Tolozano, 2015).

La caña y la madera son los materiales más utilizados para construir viviendas en las zonas rurales de nuestro país son altamente inflamables, por lo que se utilizan residuos inorgánicos para alargar su durabilidad y evitar el deterioro por factores climáticos, los recubren con los aceites ya mencionados. Es recomendable utilizar otras alternativas de materiales de construcción para evitar posibles pérdidas materiales y humanas.

En la región litoral de nuestro país, en el cantón Bucay de la provincia del Guayas, existe un tipo de material orgánico que proviene del grano del cacao siendo este su cascarilla. Desechada en grandes cantidades diariamente, esta se puede encontrar tirada en sacos en la carretera pudiendo ser utilizado para crear un material sustentable de construcción. En las orillas del río Chimbo se encuentra una gran cantidad de barro apto para la elaboración de ladrillos artesanales, es por esta razón que se crea la necesidad de aprovechar este desecho y elaborar este prototipo.

Las personas de bajos recursos al construir sus viviendas utilizan materiales económicos artesanales que en algunos casos son altamente contaminantes e inflamables, los que son comercializados en el mercado tienen un alto valor. Es necesaria dicha elaboración con materiales de construcción ecológicos, debido a que tienen un menor riesgo de inflamabilidad, mayor resistencia y un precio accesible para este sector socioeconómico.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿De qué manera se beneficiaría a los constructores, habitantes del cantón Bucay la elaboración de un ladrillo a base de cascarilla de cacao y barro?

## **1.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.**

- ¿Funcionará la cascarilla de cacao para la elaboración de ladrillos?
- ¿Reducirá el impacto ambiental este nuevo material sustentable para la construcción?
- ¿Será un material beneficioso para la industria de la construcción?
- ¿Este ladrillo cumplirá las normativas físicas y mecánicas que se requieren?

## **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL.**

Fabricar un prototipo de ladrillo a base de cascarilla de cacao y barro para construcciones en la zona cacaotera de Bucay.

### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Definir la materia prima a usar.
- Diseñar moldes para la fabricación del ladrillo.
- Experimentar diferentes dosificaciones para fabricar un ladrillo.
- Realizar pruebas mecánicas y físicas del ladrillo.
- Elaborar el prototipo de ladrillo a base de cascarilla de cacao y barro.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

La presente investigación se enfocará en la elaboración de un nuevo producto ecológico y económico que será utilizado para la construcción de viviendas para sectores populares en el cantón Bucay. Uno de los materiales los agricultores de la zona lo desechan siendo este la cascarilla que recubre la pepa del cacao sin tomar en cuenta el impacto ambiental que ocasiona su quema.

Se busca conservar los recursos naturales para mitigar o minimizar la contaminación ambiental del agua, el aire o el suelo, brindando un mejor estilo de vida a las personas que habitan cerca del sector donde se produce esta quema estos contaminantes tienen efectos graves sobre ecosistemas haciendo difícil la vida para los seres humanos, plantas y animales.

La implementación de un ladrillo ecológico y económico que será utilizado en la construcción de viviendas para los sectores populares del cantón Bucay, este material ayudará a remodelar las viviendas debido están construidas con caña guadua o madera, de esta manera sus habitantes disfrutarán de mayor comodidad, consumirán menos recursos naturales, y contribuirán a reducir el impacto ambiental que perjudica a la zona rural.

Este producto se justifica por sus implicaciones prácticas, ya que se puede utilizar en cualquier tipo de mampostería generando ventajas ambientales como económicas y puede servir de apoyo a muchos investigadores aportando las herramientas y estrategias necesarias para el uso de materiales que pueden ser reusables y a su vez sustentables contribuyendo a un resultado exitoso.

## **1.6. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.**

<b>Campo:</b>	Educación Superior Tercer nivel
<b>Área:</b>	Diseño de Interiores
<b>Aspecto:</b>	Investigación Científica - Experimental
<b>Tema:</b>	Prototipo de ladrillo en base a la mezcla de cascarilla de cacao y barro para construcciones en la zona cacaotera de Bucay.
<b>Delimitación Espacial:</b>	Bucay – Ecuador
<b>Delimitación Temporal:</b>	6 meses.

## **1.7. HIPÓTESIS.**

El ladrillo obtenido en base a la mezcla de cascarilla de cacao y barro ofrece una alternativa de material de construcción para viviendas y edificaciones sostenibles de interés social.

## **1.8. VARIABLES.**

### **1.8.1. VARIABLE DEPENDIENTE.**

Prototipo de ladrillo en base a la mezcla de cascarilla de cacao y barro.

### **1.8.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.**

Para construcciones en la zona cacaotera de Bucay.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO.

#### 2.1 Antecedentes del Estudio.

Dentro de los principales temas a tratar a nivel mundial está la creciente problemática del deterioro ambiental, en la cual la sustentabilidad juega un papel fundamental durante la intervención en cuanto al óptimo desarrollo y la conservación del medio ambiente. La arquitectura sustentable se convierte en el principal recurso para la contribución a la reducción del impacto ambiental, el ahorro de recursos naturales no renovables, y el mejoramiento de espacios habitables. (López A. D., 2010).

Es fundamental que la arquitectura se adapte a estos nuevos lineamientos de construcción sustentables, debido a los constantes daños ambientales que nos aquejan actualmente. Basándose en estrategias ecológicas se puede evitar el perjuicio al medio ambiente, como el no uso o el ahorro de los recursos que no son renovables y la incorporación de espacios verdes a las edificaciones, son alternativas que están siendo usadas en los nuevos diseños constructivos.

Por la diversidad de formas en que se ha construido hasta el momento y por el modo en que se han tratado cada uno de los materiales de la construcción a lo largo de los años, se podría afirmar con certeza que nos encontramos actualmente ante una grave crisis de sustentabilidad ambiental sin precedentes. En el transcurso del tiempo poco se ha tenido

en cuenta la relación directa que ejercen los mismos con la sustentabilidad y el impacto ambiental. (Sustentarq, 2016)

Al no haber tomado en cuenta el impacto ambiental que han ejercido los materiales de construcción, la vivienda hoy en día busca cohabitar con la naturaleza creando espacios vegetales en sus pisos, paredes, recubrimientos y cubiertas. También está modificada en relación con los tiempos pasados, en presentación autosustentable, en las que se aprovecha la materia prima de desechos naturales, reutilizándolos para diversos usos.

Existen actualmente nuevas propuestas en todos los ámbitos de la investigación acerca de las diversas alternativas sostenibles, las cuales deben implicar aspectos de cada uno de los sectores de la sociedad, para así dar un nuevo giro y enfoque en cuanto a las soluciones planteadas hasta el momento. Entre estas propuestas esta la arquitectura sustentable, que es una de las tantas opciones para contribuir a la problemática ambiental hoy en día. (Boardman, 2004).

Los nuevos métodos de construcción están enfocados en la protección del medio ambiente, por esta razón, se proponen nuevos materiales ecológicos y de bajo contenido energético. El arquitecto diseña y construye partiendo de tres principios fundamentales que son: el análisis, el ciclo de los materiales y el no utilizar materiales extraídos de los recursos naturales, canjeándolos por materiales reciclados.

En la arquitectura sustentable se consideran aspectos como los materiales a usar, con el principal objetivo de disminuir el impacto ambiental y relacionarlos con la tecnología, dando como resultado la creación de espacios modernos, funcionales y

altamente ecológicos. En este tipo de proyectos sustentables se van creando conjuntos de etapas de planificación, diseño y ejecución, ayudando así a la conservación del planeta y siendo una opción económica viable a futuro. (Gruppe, 2015)

La intervención en el diseño arquitectónico e interiorismo se basa en la utilización de artículos o elementos reciclados, renovables y compostables para la creación de diversos espacios auténticos, diferentes, confortables y de distracción natural para los usuarios, con el objetivo de no perjudicar al medio ambiente.

Entendemos que la mejor forma de comprender la sostenibilidad en la arquitectura es verla como el resultado del contexto, es decir el del respeto al medio ambiente, la salud y la armonía de las personas en el entorno en el que habitan. Tomando en cuenta cada una de las características de la misma que son: la implantación y emplazamiento, los materiales utilizados, el diseño pasivo y activo de conservación, reciclado de estructuras y materiales, economía y sociedad. (Salgado, 2015).

El uso de materiales ecológicos es muy importante para el desarrollo de la sociedad como tal, por medio de estos se pueden crear viviendas ecológicas con ideas sustentables, diseñar espacios armónicos mejorando el estilo de vida de las personas, dando como resultado la optimización en el de desarrollo de las diferentes actividades que realicen volviendo a las raíces y conexiones con la naturaleza.

En este proyecto se exponen referentes teóricos relacionados en los que se fundamenta este trabajo de investigación, dando a conocer la factibilidad de poder realizarlo, relacionándolo con los conocimientos previos en el tema que se está desarrollando, se encuentran algunos proyectos de investigación:

En Ecuador, en la provincia de Loja se realizó en el 2016 un prototipo de ladrillo artesanal de arcilla, que posee una variación en el método de elaboración que lo hace diferente de los que se producen en esta región. El proyecto consistía en combinar diferentes tipos de suelos, producto de esto lograron obtener cinco muestras variando las proporciones de cada una. Los resultados arrojaron que al realizar combinaciones con diferentes suelos como ceibo pamba y caguama se produjo considerables mejoras en cuanto a la compresión, a diferencia de los ladrillos tradicionales producidos en esta ciudad. (Quezada, 2016)

En la ciudad de Cuenca en Ecuador, se realizó en el 2014 una investigación en los talleres que producen ladrillos y tejas, en la cual indica que existen tres modos de producción de ladrillos que son: artesanales, semi industriales e industriales. Recopilando valiosa información mediante entrevistas personales con productores, se pudo llegar a la conclusión que la producción de ladrillos y tejas se originó de manera empírica utilizando fuerza física y que con el paso del tiempo evolucionó mediante el uso de la tecnología, en esta investigación se procedió a conocer los diversos métodos de producción, posteriormente la mano de obra y finalmente la tecnología. (Pangol, 2014)

En el Ecuador se realizó un análisis del ladrillo tochano en relación a los diferentes tipos de dimensiones sociales, culturales, económicas y ambientales. Se propuso el uso de la herramienta de Inventario de Ciclo de Vida ICV, el cual consiste en un estudio del sector de la construcción a nivel global y local, por medio de la cual se procedió a realizar el cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y la energía que se emplea en la fabricación

del ladrillo. Finalmente se realizó un resumen y diversas recomendaciones en cuanto a la sostenibilidad del ladrillo. (Córdova, 2017)

En Navarra, España se realizó en el 2011 la elaboración de un nuevo material de construcción llamado eco ladrillo, el cual se basa en el ladrillo tradicional de adobe y que sustituye al convencional que es cocido en un horno. En el proceso de elaboración del ladrillo se emplearon los siguientes tipos de aditivos: el comercial que usa cemento, el resistente que emplea cenizas de cáscaras de arroz y el estructurante que también utiliza las cascarillas de arroz, los cuales producen una mayor resistencia, secado rápido y una notable reducción en el impacto ambiental, ya que existe millones de toneladas de cascara de arroz que paran en vertederos a nivel mundial. (Cabo, 2011)

En Carabobo, Venezuela se realizó en el 2014 la creación de un nuevo prototipo de eco ladrillo mediante la utilización de residuos plásticos. En esta investigación se buscó implementar este tipo de material en la elaboración de ladrillos mediante una nueva técnica de diseño y fabricación, el proyecto consistió en trabajar con botellas plásticas en diversas presentaciones de 2 a 330 c.c. y se pudo determinar que 1 m<sup>3</sup> de residuos plásticos puede rellenar 154,08 botellas. Estos resultados permiten ver el número de botellas que no llegarían a los vertederos de ser utilizadas para fabricar eco ladrillos, en su lugar estarían siendo aprovechados para la construcción, mitigando la contaminación ambiental y aumentando el volumen útil de los vertederos. (Albano, 2014)

En Argentina, en la ciudad de Candelaria se realizó un proyecto de estudio acerca de la reutilización de residuos cerámicos que se originan durante el proceso de producción de ladrillos, por lo que muchos de los que están ya fabricados presentan baja calidad

debido a factores como: falencias en la homogeneidad de la mezcla y bajo control en la producción, como resultado de esto las ladrilleras tienen constantes y considerables pérdidas. Menciona que el 30% del producto final no cumple con las especificaciones requeridas, debido a los bajos niveles de estándares de calidad como la explotación inadecuada de arcillas y el manejo inadecuado de residuos sólidos, causando la degradación del recurso suelo, desventajas competitivas y desperdicios en el proceso productivo. (Ortiz, 2016)

### **2.1.1. Historia del ladrillo.**

Entre uno de los objetos que tiene más antigüedad en el mundo podemos encontrar a los ladrillos, estos fueron apareciendo y desarrollándose con el paso del tiempo, siendo el artículo adecuado para poder realizar las primeras construcciones de viviendas y aunque al comienzo estaban compuestos de materiales con menor duración que los que tenemos hoy en día, estos sirvieron para dar refugio y resguardo a los hombres en casas, después se desarrolló la construcción de templos y monumentos de los cuales algunos han durado hasta ahora.

Según la historia, el ladrillo tuvo origen en el Medio Oriente hace aproximadamente dos mil quinientos años, en territorios que actualmente están ocupados por Irak e Irán, los cuales tenían mucho comercio con pueblos que fueron conquistados por Alejandro Magno, el Imperio Romano y las rutas de Marco Polo, por lo cual pusieron en contacto con las diversas culturas, lo cual contribuyó a expandir costumbres y modalidades, entre ellas el uso del ladrillo. (Bianucci, 2009).

El ser humano siempre ha tenido la necesidad de construir una vivienda para poder resguardarse de la intemperie y tener su propio lugar de asentamiento, por lo cual podemos observar a través de la historia el origen de los primeros ladrillos en el mundo. Estos fueron expandidos a las demás civilizaciones por medio de las rutas de comercio, gracias a eso este material pudo ser accesible y distribuido.

En la Edad Media podemos observar que el ladrillo empezó a ser utilizado en el Norte de Italia, Norte de Europa y Países Bajos. Se construyeron edificios de todo tipo domésticos, palacios y obras de gran magnitud como castillos. Luego podemos observar que los colonos lo llevan a América, donde también se encontraron con que ya existían civilizaciones prehispánicas que utilizaban ladrillos hechos de adobe revestidos con piedra. (López D. P., 2012)

El ladrillo se convirtió en uno de los principales elementos para la construcción durante la edad media y la época del renacimiento, su uso fue fundamental en el ámbito arquitectónico. Después los colonos europeos llevaron ladrillos al territorio americano, donde también existían tipos de ladrillos elaborados con adobe revestidos con piedras, este tipo de material ya era conocido por los aborígenes indígenas americanos, ellos construyeron las grandes pirámides de los Olmecas, mayas y otros pueblos.

Los primeros ladrillos de adobe eran elaborados con una fusión de arcilla y arena que daba como resultado una masa de barro que a veces iba mezclada con paja, moldeada de manera manual para darle más consistencia, y al final se secaban al sol. Más adelante también se continuaba secando al sol, pero se los ponía a cocer en hornos de leña a diferencia de los ladrillos en la actualidad, que son extrusionados de manera

mecánicamente, de ahí se procede a secarlos en estufa y luego son cocidos mediante hornos eléctricos. (Arce, Caracterización de los Ladrillos Históricos, 2012)

El adobe fue la materia prima para realizar los ladrillos, este a lo largo del tiempo tuvo varias técnicas para conseguir su forma y textura. El barro es el elemento principal junto con la arcilla, estos al ser mezclados forman una masa homogénea que puede tomar diversos tipos de formas, las cuales eran variadas en cada cultura y civilización, también el color y la tonalidad era diferente en cada lugar. El solo jugaba un papel importante en el proceso de secado, actualmente se los cose con hornos y con un estilo en serie más sofisticado.

### **2.1.2. Situación geográfica del Cantón General Antonio Elizalde**

El cantón Bucay cuenta con una extensión territorial de 278 km<sup>2</sup>, según el INEC tiene una población de 15.000 habitantes aproximadamente, posee un clima privilegiado por su situación geográfica con una temperatura media anual de 18 y 24 grados, la constante humedad permite mantener los campos siempre verdes y su productividad agrícola-ganadera sea excelente.

Está ubicado a 99 km. De la ciudad de Guayaquil, la cantonización se realizó 9 de noviembre de 1995. Sus límites son:

**Norte:** Cantón Babahoyo Provincia de los Ríos.

**Sur:** Cantón Cumandá Provincia de Chimborazo.

**Este:** Cantón Chillanes Provincia de Bolívar.

**Oeste:** Cantón Naranjito Provincia del Guayas.

La importancia hidrográfica del cantón es innegable. Bucay está bañada por una gama de Ríos como El Chimbo, Chagüe Grande, Limón, San Antonio, Ñauza, San Jacinto, Atio, De las Minas, Changuil y Fortuna y Esteros como El Agua Clara, Chagüe Chico, Tigre, Chilintomo.

Las principales actividades económicas del Cantón Bucay son:

Actividad agrícola, principalmente cultivos agrícolas de cacao, piña.

Actividad ganadera, principalmente ganado vacuno, porcino y aviar. Actividades de comercio y financieras dentro de la cabecera cantonal. (Miranda, 2018)

## **2.2 MARCO CONCEPTUAL.**

### **2.2.1 Ladrillo.**

El ladrillo es uno de los elementos de construcción de más antigüedad fabricado por el hombre. Se expandió rápidamente debió a sus cortas dimensiones y que para elaborarlo se recurrió a elementos encontrados en la naturaleza como el adobe, que se puede localizar casi en cualquier lugar. Fue elaborado con componentes muy comunes como lo son: la tierra, el agua, el aire junto con el fuego para el secado y la cocción o también por medio del sol. (Banucci, 2009)

Este elemento constructivo se elabora a partir de materia prima de origen natural, que resulta de la mezcla de barro, arcilla, agua y posteriormente se le adjunta paja o algún tipo de cascarilla para que tenga mayor resistencia. Luego pasa por un proceso de secado

que puede ser mediante factores ambientales como el viento, la exposición a la luz solar o mediante un proceso de cocción en un horno. El ladrillo hoy en día aún posee una gran demanda para la elaboración de viviendas u otro tipo de edificación.



*Gráfico 1: Ladrillo ecológico.  
Fuente: Ladrillo Ecológico*

### Proceso de elaboración de los ladrillos.



*Gráfico 2: Proceso de elaboración del ladrillo ecológico.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

El proceso de elaboración de ladrillos consiste en varias fases donde se empieza por recolectar la materia prima hasta el posterior enfriamiento y finalmente la comercialización del producto final.

- **Materia Prima.**

Para comenzar el proceso de elaboración del ladrillo común, es de vital importancia conocer el tipo de materia prima a usar. El ladrillo se obtiene a partir de la mezcla de arcilla y arena, el cual también puede ser mezclado a veces con paja o cascarillas orgánicas. Este tipo de materias primas se encuentran en los sedimentos que dejan los ríos en las crecientes o bajantes, por lo que es bastante común hallar arcillas que son bastante ricas en óxido de hierro, lo que le proporciona al ladrillo la tonalidad rojiza luego del proceso de cocción. (Banucci, 2009)

El ladrillo común necesita este tipo de materias primas para conseguir consistencia, al mezclar la arcilla junto con la arena se puede comenzar el proceso de fabricación de los ladrillos. Es de gran relevancia conseguir este tipo de materiales, ya que el ladrillo mejorará si el tipo de arcilla a utilizar posee altas cantidades de óxido de hierro, luego se puede comenzar el proceso de mezcla para luego finalizar con el secado y así poder conseguir los resultados deseados.

- **Extracción y Meteorización.**

Al fabricar el ladrillo común se procede a la utilización de tierras que se obtienen de excavaciones (cava) que por lo general son arcillas rojizas, o tierras vegetales negras

hallan más en la superficie. Al ser extraídas del suelo es importante dejarlas en reposo para que pase por una pudrición o llamado también meteorización, en el cual los agentes atmosféricos son los encargados de homogeneizar la masa, con esto se pudren las impurezas como las raíces. Luego es necesario agregar materias orgánicas, para evitar las roturas o grietas por el secado o cocción como el estiércol, carbonilla, cáscara de arroz o de algodón, etc. están entre los más utilizados y se los llama liga. (Banucci, El ladrillo, orígenes y desarrollo, 2014)



*Gráfico 3: Cava, Excavación para extracción de materia prima.*

*Fuente: Excavación de arcilla.*

Cuando la arcilla es extraída del suelo es necesario que se elimine las impurezas que viene agregadas en el suelo, esto se logra mediante colocar la masa en estado de reposo ya que con esto se eliminan los residuos como las raíces, y demás desechos orgánicos. También cabe destacar que para la consistencia del ladrillo se agregan otro tipo de materia prima como son cascarillas, aserrín, etc., con esto evitamos que el ladrillo pierda calidad y consistencia y termine por quebrarse y agrietarse de manera irreversible.

## Preparación.



*Gráfico 4: Rueda Pisa Barro Metálica.  
Fuente: La Arcilla*

Después del proceso de extracción y meteorización comienza el amasado en un hueco, los cuales son unas excavaciones en forma circular que tienen entre 10 a 15 metros de diámetro y también hay de 40 o 50 cm. de profundidad. El proceso de elaboración comienza principalmente con el amasado del barro con el agua y la añadidura de la liga, este tipo de mezclado en el campo suele realizarse con caballos, que van girando en la parte interior del círculo mezclando los elementos, que dura hasta dos días. Actualmente también se realiza con una rueda metálica con motor. (Banucci, El ladrillo, orígenes y desarrollo, 2014)

El amasado es la parte donde el proceso de elaboración del ladrillo empieza a tomar forma, al realizar ya la mezcla de los elementos libres de impurezas se puede proceder a combinar todos los elementos para formar una masa homogénea con textura más lisa. Esto se puede realizar con las técnicas antes mencionadas con la ayuda de animales de campo

como caballos o con una rueda mecánica encendida con un motor, cualquiera de las dos es viable para realizar esta etapa de la fabricación.

- **Moldeo.**



*Gráfico 5: Moldeo de ladrillos manual.  
Fuente: La Arcilla*

El barro es retirado con palas en el hueco y es retirado por medio de carretillas hasta la mesa donde se realiza el moldeo. El modelado se lleva a cabo manualmente colocando en un molde doble la arcilla, donde entran dos adobes. Este tipo de molde es hecho de madera, es decir es un bastidor que es de una forma de una caja que no tiene tapa ni tampoco fondo. Las dimensiones suelen ser algo mayores que el ladrillo ya finalizado, ya que se toma en cuenta la retracción que sufre la materia prima, luego se retira el molde y se lo limpia para volverlo a usar. El rendimiento se estima en 900 adobes al día por hombre. (Banucci, El ladrillo, orígenes y desarrollo, 2014)

La masa compacta al ser ya colocada en sus respectivos, va tomando la forma de ladrillo. Tiene un gran rendimiento se pueden producir la cantidad antes mencionada de

900 adobes al día. Los moldes siempre se los hace de un tamaño un poco más grande que el estimado para el ladrillo ya que al empezar el proceso de secado estos se encogen por su composición y este va dependiendo de qué tipo de material fue puesto para la masa homogénea.

- **Secado.**



*Gráfico 6: Secado.*  
*Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

Una vez que se ha oreado el adobe (masa de barro), después de uno o dos días de exposición al aire, se pasa a completar el procedimiento de secado apilando los ladrillos, cada uno parado y cruzados, para poder lograr un secado que quede parejo. Las pilas de ladrillos se deben cubrir con láminas de aluminio, esteras ya sea de paja o totora, etc., para proteger los ladrillos de factores climáticos como las lluvias pueden convertirlo los ladrillos de mala calidad y dañar su resistencia. El tiempo aproximado de secado puede ser de 3 o 4 días dependiendo de los factores del clima. (Banucci, El ladrillo, orígenes y desarrollo, 2014)

Este proceso de secado depende mucho de los cuidados que se tenga con el ladrillo ya que las lluvias pueden causar daños en la estructura interior y exterior. Es importante

tomar en cuenta cubrirlos cuando estos estén expuestos a la intemperie, también que estén bien apilados para que puedan tener un buen secado en todos los ángulos del ladrillo y así tenga un secado homogéneo. Se debe considerar que en el oreo y secado influye como este la temperatura y las condiciones en que se encuentra.

- **Horneado.**

En aproximadamente 80 horas el fuego de las boquillas se debe mantener mientras dura la combustión, luego este se debe tapar para así asegurar un proceso lento de combustión por medio las brasas en otras 70 horas. Existen varios tipos de horno, unos que permiten la distribución de calor uniforme y otros que no lo permiten, y por ende el resultado de los ladrillos tiene diferentes calidades. Por ejemplo el 75% bien cocidos son en hornos tipo campana, un 15% de inferior calidad son en bayos, porque no pueden alcanzar un grado de cocción necesaria; un 10% son recocidos, es decir por estar en contacto directo al fuego. En total se utiliza 150 horas de cocción en total. (Banucci, El ladrillo, orígenes y desarrollo, 2014)

Para el proceso de horneado se debe considerar el tipo de horno a usar el de mayor calidad es el horno tipo campana y otros de inferior como los bayos, de esto depende la calidad del ladrillo ya que el tipo de cocción influye en la calidad que tendrá dicho elemento. El tiempo estimado de horneado oscila entre las 150 horas, esta se divide en 80 horas de combustión y 70 horas a las brasas. Es importante considerar este punto del proceso de fabricación ya que de esto depende el acabado final del ladrillo.

- **Enfriamiento.**

Como último paso en el proceso de fabricación del ladrillo, se procede a dejar enfriar el horno naturalmente y después cuando este ya se haya enfriado del todo, se comienza el desmontaje de cada pieza y a la transportación de cada uno de los ladrillos en camiones. Ya podemos observar que el ladrillo está totalmente apto para pasar así a la incorporación a la construcción. El tiempo estimado aproximado para realizar esta tarea es de 3 días. (Banucci, El ladrillo, orígenes y desarrollo, 2014)

Después todo este proceso de enfriamiento tenemos el ladrillo ya listo para ser un elemento más para el sector de la construcción, este a su vez es muy funcional, que posee duración, resistencia, y tiene una forma homogénea. Es necesario que el ladrillo pase por este proceso ya que, al estar en cocción dentro del horno, este alcanza elevadas temperaturas y el ladrillo debe terminar de compactarse a la temperatura del medio ambiente, para ya proceder a ser distribuidos y comercializados.

Para finalizar podemos observar las características técnicas del tamaño de los ladrillos comunes que por lo general es el largo de 26,5 a 27 cm. de largo, el ancho es de 12,5 a 13 cm., de espesor de 6 cm. a 7 cm. También otra especificación técnica es cuando el ladrillo es de primera calidad, es decir bien cocido, (horno campana), la compresión llega a una resistencia de 90 kg/cm<sup>2</sup>. a nivel del rango de rotura. Lo de mayor relevancia, es que sus medidas estén bien relacionadas entre sí, para posibilitar su óptimo uso: el espesor, el ancho y el largo. (Banucci, El ladrillo, orígenes y desarrollo, 2014)

El ladrillo debe tener el tamaño ideal para que pueda ser utilizado y sea un buen material de construcción, se debe tomar en cuenta la medida del largo, ancho y espesor porque esto influye en el nivel de resistencia y la calidad que pueda proporcionar este tipo de ladrillo. También es importante destacar que mientras mejor cocido esté tiene mucha más calidad y resistencia. Estas especificaciones son importantes a considerar cuando se realiza la elaboración de ladrillos ecológicos fabricados común y artesanalmente.

### **Características técnicas del ladrillo.**

#### **Colores y texturas de los ladrillos:**

Existe una gama de ladrillos de color y formas, estos pueden tener diferentes tipos de tonalidades ya que esto se debe al tipo de arcilla que se ha utilizado mediante su proceso de fabricación.

También en muchos de los casos, influye en el tono del color la unión de algún tipo de mineral y el nivel de temperatura en el que se realiza la cocción. Actualmente se puede encontrar ladrillos de diversos colores e incluso se le adhieren químicos para brindarle una buena protección térmica por los factores climáticos y le proporciona a su vez una mayor resistencia.

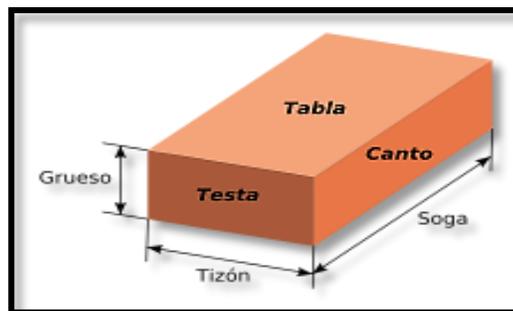
## Partes del ladrillo.

El ladrillo posee varias caras y cada una tiene su respectivo nombre:

*Tabla 1: Partes del ladrillo*

Partes del ladrillo	
<b>Testa</b>	Se nombra así a los lados o las caras cortas del ladrillo.
<b>Tabla</b>	Se nombra así a las caras más largas y anchas en la parte superior e inferior del ladrillo.
<b>Canto</b>	Se nombra así cada lado largo situado a los costados del ladrillo.
<b>Soga</b>	Las diferentes dimensiones que posee llevan el nombre de soga a la profundidad y también a la de mayor dimensión, tizón al ancho y grueso al espesor del ladrillo.

*Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*



*Gráfico 7: Partes del ladrillo.*

*Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

## Tipos de ladrillos.

FORMA	DENOMINACIÓN	DIMENSIONES	PESO Kg.	PIEZAS m
	MACIZO-TACO	23 x 11 x 5'5 23 x 11 x 4	2'7 2'1	759 988
	MACIZO DE DOS AGUJEROS	24 x 11'5 x 5	2'6	724
	PERFORADO	24 x 11'5 x 5	2'4	724
	MACIZO PRENSADO	26 x 13 x 4	2'8	739
	TOCHO-CATALÁN	29 x 14 x 4'5 29 x 14 x 9	3'2 6'3	547 273
	HUECO-GAFA	23 x 11 x 5'5	2'1	718
	RASILLA	25 x 12 x 2'8	1'1	1.190
	HUECO-SENCILLO	23 x 11 x 4	1'1	988
	HUECO-DOBLE	23 x 11 x 7	1'4	564
	HUECO-TRIPLE	23 x 11 x 11	2'2	359
	REFRACTARIO	22 x 11 x 3 22 x 11 x 5'5	2'2 4'1	1.377 751

**Gráfico 8: Tipos de ladrillos.**  
Fuente: Ladrillos

### 2.2.2 Barro.

El barro es una masa compuesta de tierra o arena y agua, convirtiéndose en un material de forma terrosa y arcillosa moldeable que se endurece a altas temperaturas, se lo utiliza en cerámica y alfarería. (Reynolds, 2014).



*Gráfico 9: Barro.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

Descubierto hace 500 años encontrando una civilización de desarrollo cultural tales como los mayas, incas, aztecas majeadando relaciones familiares, sociales y políticas. A la llegada de La Niña, La Pinta y la Santa Maria cada uno de estos tenía una representación de un legado ideológico diferente. Una herencia que en el arte encontró su máximo punto de expresión, porque cada grupo aborigen trabajó el oro, la tierra, la piedra, los tejidos y cada uno de los elementos que le ofrecía la naturaleza. (González, 2016)

Mediante el paso del tiempo se obtienen más recursos para perfeccionar la técnica, esta historia consigue culturizar civilizaciones y hoy en día se considera herencia por sus legados. Lo que se usaba anteriormente para trasmitir mensajes fue también una actividad y es usado diariamente de forma laborar y como método antiguo se atribuyen valores culturales ya que son provenientes de la naturaleza.

Es una masa compuesta de tierra o arena y agua, convirtiéndose en un material de forma terrosa y arcillosa moldeable que se endurece a altas temperaturas, se lo utiliza en cerámica y alfarería. (Reynolds, 2014)

Estos componentes crean una masa rojiza, de textura moldeable convertida en obra de arte, sin duda un legado importante para la humanidad.

La elaboración de ladrillos ecológicos responde a las necesidades de disminuir el gasto energético y el impacto ambiental provocado por subproductos provenientes de cultivos agrícolas e industriales, y a la necesidad de aumentar la calidad medio ambiental. (Linarez, 2014)

Este tipo de ladrillo es un material sustentable de construcción que es elaborado a base de barro, que al funcionarlo con desechos agrícolas compone una masa homogénea que posteriormente toma forma y es secada, dando como resultado el producto total. Este elemento es amigable con el medio ambiente ya que se puede usar como un material constructivo que causa menor daño ambiental.

## **Tipos de barro**

### **Barro Natural**

Es el que podemos utilizar con solo una mínima limpieza. La arcilla primaria es la más pura, pero también el menos “plástico” dado la estructura de sus partículas. Por ello, la arcilla secundaria, sometida a cambios y movimientos, es más plástica. Cabe señalar que es raro utilizar barro natural por si solo ya que se suelen combinar con otras materias

para conseguir un mejor equilibrio entre resistencia, cocción y encogimiento. Ello complica todavía más la división de materias primas, quedando de la siguiente manera:

- Arcilla primaria o caolín: no es muy plástica, pero es el componente común en pastas de barro y vidriados. Su versión vitrificada, conocida como moloquita, es lo que se utiliza como chamota en muchas pastas de barro.

- Arcilla de bola: es el nombre con que se conoce también la arcilla secundaria. Por si sola es muy plástica, demasiado. Si se cuece, adopta un color blanco, siendo uno de los elementos básicos para la obtención de la porcelana y el gres.

- Gres: es muy difícil encontrarlo en estado puro. En el común de los casos, es una mezcla de arcilla secundaria y otros minerales que permiten mejorar su calidad. En estado natural presenta un color grisáceo, que pasa a blanco una vez cocido.

- Barro rojo de superficie: es el más común entre los barros naturales. El óxido de hierro de la ese color característico que, sumado a la sílice y la alúmina ayuda a la vitrificación.

- Barro refractario: es conocido por ser el utilizado para ser expuesto a altas temperaturas. Se extrae de vetas próximas al carbón y se puede utilizar solo o mezclado con otras arcillas. También se suele utilizar para obtener chamota una vez cocido, molido y reducido a grano.

- Bentonita: es un mineral muy parecido a la cerámica que se suele añadir a diferentes tipos de barro para mejorar la plasticidad.

## **Barro preparado.**

Como el nombre deja intuir, se trata de una mezcla artificial de barros naturales y otras materias primas. Se refinan, muelen, limpian y se eliminan impurezas antes de su envasado y distribución.

De esta manera, se consigue una la calidad y propiedades deseada por el fabricante, pudiéndose ofrecer directamente para diferentes aplicaciones o usos.

Actualmente podemos encontrar muchos proveedores que ofrecen diferentes tipos de barro para cerámica. Nuestro consejo es que escojas aquellos que puedan garantizarte la misma calidad a medio-largo plazo ya que, con el tiempo, se agotan los yacimientos y es muy difícil encontrar otros con características similares.

Por lo general, los fabricantes de barro preparado suelen englobar sus pastas de la siguiente manera:

- Porcelana: es la más blanca de todas las pastas, adquiriendo tonos translucidos si es fina. El índice de cocción se sitúa entre los 1240 y los 1350°C.
- Gres: se trata de una arcilla fina y fácil de trabajar, sobretodo en torno. Su índice de cocción se sitúa entre los 1200 y los 1300°C.
- Gres chamotado: si al anterior le añadimos arena o chamota obtenemos esta pasta. Ello nos permitirá obtener piezas resistentes e indeformables. La cocción se sitúa en los 1200 – 1280°C.

- Material T: es una pasta muy plástica, blanquecina y con una alta proporción de moloquita. Ello permite crear piezas resistentes al choque térmico ya que aguanta sin problemas las deformidades. Por ello, es ideal para piezas grandes o suelos. A día de hoy, el material T de origen inglés es el de mejor calidad.

- Raku: ideal para moldear a mano y cocer al raku (temperatura de 1000 a 1280°C).

- Pasta de baja temperatura. Se vende en colores rojos o blancos y es necesario vitrificarla si queremos que sea resistente al agua. Su cocción está entorno los 1000-1180°C. (Labois, 2017).

### 2.2.3 Cacao.

#### Ficha técnica.

<p><b>CACAO</b></p>  <p>PARTIDA ARANCELARIA 1801002000 DISPONIBILIDAD ABRIL - DICIEMBRE</p>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	Color café, típicos del cacao no posee sabores aromas extraños.
	<b>ESPECIFICACIONES</b>	120 granos/100gr
	<b>EMPAQUE</b>	Sacos de yute de primer uso/ yute cabuya con 69kg o 11l.

*Gráfico 10: Ficha técnica del cacao.  
Fuente: El Cacao*

## **Definición.**

El árbol de cacao que tiene de nombre científico es *Theobroma*, palabra que viene del vocablo griego el cual significa planta de hoja perenne o. Este tipo de planta es de la familia de las Malváceas. Existen una teoría y relatos de que el cacao tuvo su origen en Amazonía ecuatoriana que data hace más de 5000 años, ya que se dice que en el período prehispánico era usada para los rituales que hacían nuestros ancestros, de ahí se narra que fue transportada y expandida por toda Mesoamérica. (Villanueva, El cultivo de cacao, opción sustentable para la selva, 2015)



*Gráfico 11: Fruto del cacao, sección transversal.  
Fuente: El Cacao*

La planta de cacao por lo general tiene un tamaño mediano aproximadamente, pero cuando crece libre y tiene las condiciones como estar bajo una sombra intensa, puede llegar a alcanzar hasta 20 metros de altura. Posee un tronco recto el cual puede tomar formas que varían dependiendo de las condiciones climáticas. Esta planta tiene su primera horqueta (parte de un árbol donde se juntan el tronco y una rama gruesa formando un

ángulo agudo) cuando tiene de altura un metro y medio se forman de 3 a 6 ramas que son la parte con más producción en la planta. (Ellmeier, 2016)

Según las condiciones ambientales en que se desarrolle la planta depende el tamaño que esta pueda alcanzar, primero empieza por desarrollarse cuando mide un metro, se puede observar que las primeras ramas son las que darán mayores frutos y mayor rendimiento que el resto de ramas y hojas. Es preciso dar las óptimas condiciones a la planta para que esta pueda alcanzar la altura máxima y pueda aumentar considerablemente su producción.

### **Partes de la planta.**

La planta de cacao posee las siguientes partes:

- **Raíz.**

La planta de cacao dentro de sus características posee una raíz principal, cuya función es dar sostén a la planta, esta crece a más de un metro de profundidad, y de esta raíz principal nacen gran cantidad de raíces secundarias que brotan a poca profundidad, las cuales se van distribuyendo alrededor del árbol. La función de estas raíces es el de absorber los nutrientes del suelo como los minerales, las sales, el agua y estos se convierten en alimento para la planta en general. (Ellmeier, 2016)



*Gráfico 12: Raíz de planta de cacao.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

La raíz del cacao alcanza mínimo un metro de profundidad ya que la planta en condiciones adecuadas puede alcanzar hasta 20 metros de altura y la función de la raíz es dar firmeza y sostenimiento a la planta. También es importante saber que la función principal de la raíz principal y las secundarias es proveer los suficientes nutrientes a la planta para asegurar su óptimo crecimiento y desarrollo, para que esta finalmente pueda alcanzar el proceso de florecimiento y crecimiento de sus frutos.

- **Tallo y ramas.**

En la planta de cacao podemos notar que son di mórficas es decir de dos tipos de formas diferentes lo cual ocurre también en las de otro tipo especies que pertenecen al *Theobroma*: unas crecen de manera vertical hacia arriba llamadas ramas de crecimiento ortotrópico, las cuales forman el tallo y los chupones, que son los vástagos que brotan de los tallos; otras tienen un crecimiento oblicuo que va hacia fuera que se las nombra ramas de crecimiento plagiotrópico. (Arcentales, 2015)



*Gráfico 13: Rama plagiotrópica.*  
*Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

Dentro de las características de las ramas la planta del cacao posee estos dos tipos de tallos los que crecen hacia arriba verticalmente y los de crecimiento oblicuo hacia afuera esto es típico del tipo de género de plantas al que pertenecen que son las Theobroma, de las cuales también brotan los chupones los cuales son perjudiciales para la planta y deben ser podados para que no haya ningún tipo de problema en el crecimiento de los tallos.

- **Hojas.**

Este tipo de hojas de cacao poseen una gran gama de tonalidades de hojas variadas que cambian según el tipo de cultivo al que haya sido sometida para su posterior crecimiento. Como característica de las hojas es la que posee un pequeño tallo que le sirve para poder adherirse a las ramas, las hojas también tienen la función de ser injertos para los cultivos de las plantas de cacao, por medio de las diversas técnicas que usan los agricultores.



*Gráfico 14: Hoja de Cacao.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

- **Las flores.**

Las flores del cacao nacen en pequeños grupos llamados cojines florales y estas se van desarrollando a nivel del tronco y las ramas principales. Dentro de las características de las flores es que estas nacen a partir de donde antes hubo hojas y siempre brotan en el mismo sitio; por lo cual es de suma importancia el no dañar la raíz del cojín floral para que posteriormente se pueda conservar una buena producción de la planta del cacao. De las flores se parte el desarrollo de los frutos o también llamados mazorcas con la ayuda de la polinización de algunos pequeños insectos. (Ellmeier, 2016)



*Gráfico 15: Flor del Cacao.*

*Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

Los cojines florales del cacao tienen esta particularidad de brotar en los espacios de la plata donde ha habido hojas y por lo general siempre brotan en ese mismo lugar, por esto esta planta debe ser tratada con sumo cuidado ya que al tener poca precaución estas flores no pueden volver a brotar y esto causaría un perjuicio a la planta ya que por medio de ellas se realizan los procesos de polinización, luego el posterior brote y desarrollo del fruto del cacao.

- **Los frutos.**

El fruto del cacao conocido como mazorca, es el producto de la maduración total del ovario de la flor que ya ha sido fecundada. El tamaño como también la forma de estos frutos va variando ampliamente dependiendo de las características genéticas que posee, también tiene mucha influencia el manejo de la plantación, el medio ambiente en donde creciendo y se va desarrolla el árbol. Las mazorcas de cacao se distinguen cada una por

sus diferentes formas y se clasifican en: Amelonado, Calabacillo, Anjoleta y Cundeamor, las cuales varían según el tipo de especie a que pertenezcan. (Arcentales, 2015)



*Gráfico 16: Flor del Cacao.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

El cacao tiene diversos tipos de frutos que también llamados mazorcas por su forma, las cuales son producto de la fertilización de planta. Sus características dependen netamente de la genética, la especie, el entorno en el que se desarrolla, el tipo de cultivo, el tratamiento que se le ha dado, el medio ambiente en el cual se desarrolla la planta. Por estas especificaciones se las puede distinguir una a una según la especie a la cual pertenecen.

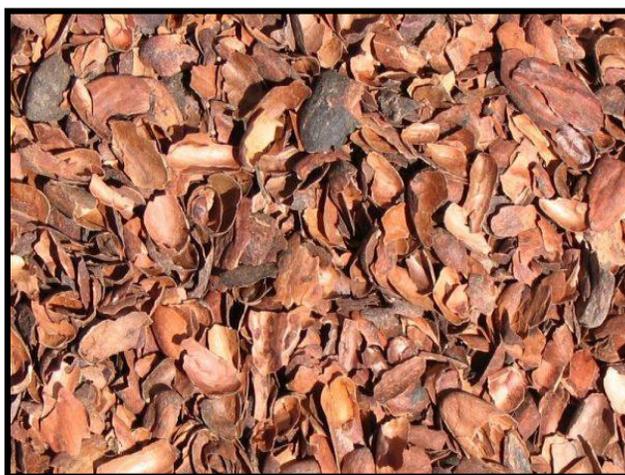
Las especificaciones técnicas que posee el fruto del cacao o mazorca es que posee un tamaño aproximado de: largo 12 pulgadas y ancho 4 pulgadas. En el interior del fruto contienen de 20 a 40 semillas, la pulpa suele tener colores variados por lo general es blanca, rosada, café, también tiene la característica de ser muy olorosa, su aroma suele ser característico y se lo puede percibir a distancia, acompañado de un sabor variado entre ácido y dulce. (Ellmeier, 2016)

La mazorca del cacao tiene características muy particulares, como primer punto tiene un tipo de aroma inconfundible que hace su fácil distinción inclusiva a distancias considerables, luego podemos ver que tienen un tamaño mediano, donde puede contener una cantidad considerables de semillas en su interior. La coloración de la pulpa es variada, no es igual en todos los frutos, también depende a cuál especie pertenece.

- **Cascarilla del cacao.**

La cascarilla de cacao es la que se encarga de recubrir al grano de cacao y esta se obtiene a partir del descascarillado de la semilla. Este material es el resultado de secar el grano de cacao, luego de fermentarlo y tostarlo. Representa cerca de aproximadamente el 12% del peso total del peso de la semilla, posee una textura seca, crujiente y es de color marrón. Estas pueden pasar por tratamientos post cosecha para darle otros usos, donde se las tuesta a temperaturas mayores a 100°C por minuto. (Ramírez, 2016)

Según los testimonios de los moradores del cantón Bucay, la cascarilla de cacao muchas veces es desechada en sacos y puesta al fuego después del proceso de cosecha produciendo contaminación ambiental, pero esta puede tener otros tipos de usos ya que representa un gran porcentaje del peso total de las semillas y tiene una textura seca que puede ser aprovechada, para esta se las deja secar y luego se las pasa por un proceso de tostarlas para secarlas y así tengan una consistencia más rugosa y rígida.



*Gráfico 17: Cascarilla de Cacao.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

- **Semillas.**

Las semillas del cacao también llamadas vulgarmente granos o habas, son grandes tienen dos cotiledones de 2 a 3 cm largo ubicadas en el interior de las mazorcas (el fruto), dentro de sus características tenemos que son parecidas a las semillas de almendras, tienen un sabor amargo, tienen formas planas o también redondeadas, tienen tonalidades de color blanco, púrpura o café y están ordenadas una a una en hileras de cinco dentro de la mazorca. (Ellmeier, 2016)

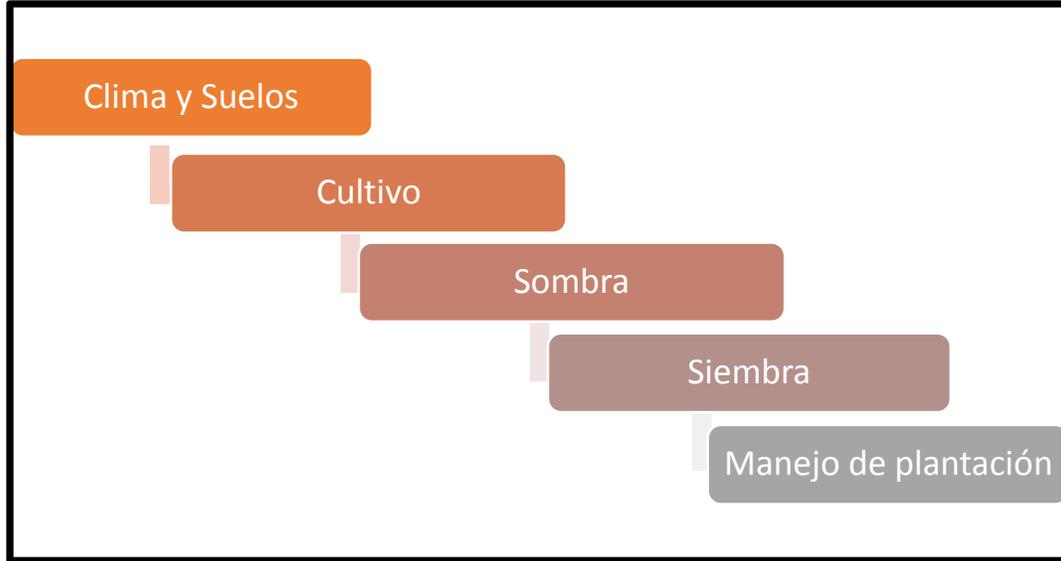


*Gráfico 18: Semilla de Cacao*  
*Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

Las semillas por lo general son de tamaño pequeño, pero existen otros tipos de tamaño grande como por ejemplo esta semilla de cacao de características muy similares a la almendra. Son más conocidas como grano de cacao, también las pueden llamar habas por lo que tienen 2 cotiledones en el interior. No poseen albumen y por dentro están cubiertas por una pulpa color blanco mucilaginoso que tiene un característico sabor dulce y ácido.

### **Proceso de cultivo del cacao.**

Para que el cacao pueda ser cultivado es necesario tomar en cuenta las condiciones adecuadas para llevar a cabo la plantación y así poder producir un nivel máximo de producción, es decir más de 1000 kg de grano por hectárea. Se debe considerar diversos factores como el factor climático, el suelo entre otros. Dentro del proceso productivo del cacao tenemos las siguientes etapas:



*Gráfico 19: Proceso de cultivo del cacao.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

- **Clima y suelos.**

Los factores climáticos que tienen más relevancia e influencia para el proceso de cultivo de cacao son la temperatura y la lluvia. Las condiciones óptimas son aquellas comprendidas entre los 0 y 80 m sobre el nivel del mar, aunque en alturas mayores de 600 su desarrollo y capacidad de floración es por lo general bajo. La temperatura debe estar entre los 21 o 25°C. El viento es un factor que perjudica la planta de cacao, cuando alcanza velocidad es superiores de 14 km/hora. En las áreas cacaoteras donde los vientos alcanzan velocidades considerables, se debe establecer cortinas rompe vientos. (Orrala, 2017)

El cacao es un tipo de planta que depende mucho de los factores ambiental es como lo es el clima en que se desarrolla, por lo cual esta debe estar en condiciones seguras para poder alcanzar un nivel óptimo de crecimiento y producción. Esta debe estar resguardada de fuertes ventiscas que se producen en estas zonas de cultivo cacaoteras, se usa por lo

general estas cortinas de viento antes mencionadas para poder evitar el daño de la planta, ya que puede causar que esta se arranque del suelo y se caiga.

El tipo de suelo que es apto para el cultivo de cacao debe tener las siguientes características como: una suelta textura, arcilloso, arenosos y franco-limoso. Aparte también tiene que contar con nutrientes a base de materia orgánica en un 3,5% a profundidad de 1,5 m, el pH debe oscilar entre niveles de 5,5 y 7. La topografía de los terrenos de cultivo deben ser preferiblemente de forma plana u ondulada, pero las dos con pendientes no mayores de 20 o 25% de altura. (Orrala, 2017)

Es importante tomar en cuenta estas condiciones apropiadas que debe poseer el tipo de suelo para poder realizar la producción de cacao, en primer lugar se opta por tener un conocimiento de las especificaciones que tiene el suelo mediante su posterior análisis minucioso referente al tipo de pH, el tipo de terreno en que se va a hacer el cultivo de la planta. También es fundamental conocer el nivel de nutrientes que posee la tierra para el posterior sembrío, ya que de esta depende que la planta alcance su mayor alcance de desarrollo y productividad.

- **Cultivo.**

Existen dos tipos de cultivos de la planta del cacao utilizados por los agricultores dedicados a este tipo de plantaciones que son: la propagación por semillas o por medio de injertos.

## **Propagación por semilla.**



*Gráfico 20: Siembra por semilla del cacao.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

En este tipo de cultivo la semilla a utilizar debe cumplir rigurosos requisitos y control de calidad, esta debe ser certificada y recomendada por la INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) y debe ser posteriormente sembrada lo más rápido posible después de adquirirla. La siembra se realiza en bolsas plásticas color negro, debidamente perforadas, de tamaño aproximadamente de 20 x 30 cm, deben tener 1,5 a 2 kg de suelo limpio, rico en minerales y materia orgánica, también debidamente desinfectado. (Orrala, 2017)

Es importante antes de realizar la siembra con semillas certificarlas para evitar problemas en la plantación. Al sembrarla también es importante tomar en cuenta las recomendaciones en cuanto a la técnica de sembrado para así lograr una óptima germinación de la semilla como colocarlas en fundas pequeñas negras con huecos para drenar el agua, etc., para luego posteriormente ser trasplantadas a las tierras de sembríos de las plantaciones de cacao.

## Propagación por injerto.



*Gráfico 21: Siembra por injerto del cacao.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

Los injertos son un tipo de cultivo que se puede efectuar en plantas que tiene origen por medio de semilla, o también en árboles ya en etapa adulta que son considerados como rezago dentro de la plantación las cuales posean características que puedan permitir dicho procedimiento. Existen varios tipos de injertos, pero el más utilizado es el estilo en U o también llamado lengüeta. Estos tipos de injertos se realizan aproximada entre los 3 a 4 cm por debajo de la cicatriz de los cotiledones. (Orrala, 2017)

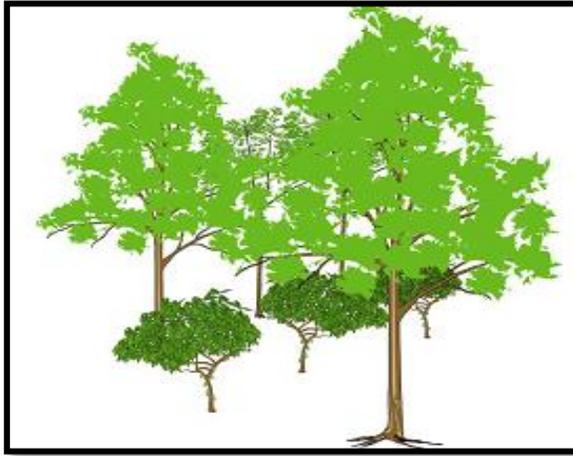
Este tipo de método para reproducir la planta del cacao por medio de injertos es muy utilizado por los agricultores. Solo se pueden realizar con las características antes mencionadas sea estas en plantas que tienen origen de crecimiento y cultivo de semillas o sean extraídas de árboles que cumplan los requisitos para que puedan germinar una nueva planta, este tipo de cultivo tiene un mayor éxito y rapidez que los cultivos por medio de semillas por lo cual es altamente rentable para la producción agrícola del cacao y por ello es muy utilizada por los agricultores dedicados a este tipo de plantaciones.

- **Sombra.**

Para que el crecimiento del cacao sea óptimo, es fundamental que exista abundante sombra que ayude a regular la luminosidad que recibe la planta, las condiciones climáticas que le rodean, cortar el nivel de viento excesivo y evitar daños severos de la planta en situaciones extremas debido a la falta de humedad en épocas continuas de sequía. En este tipo de cultivos de cacao se usan dos tipos de sombra: la temporal y la permanente. (Orrala, 2017)

Es de vital importancia tener en cuenta este proceso ya que la planta de cacao requiere tener este tipo de sombras para su crecimiento, por lo que en sus primeros meses carece de mucho follaje para recubrirse y este tipo de planta también depende de las condiciones climáticas en que se desarrolla, estas influyen en su proceso de cultivo. Las sombras le ayudan a superar las sequias en donde por lo general el sol produce intensas temperaturas, también como podemos observar cumplen una función de romper vientos, porque en los campos de sembríos existen fuertes ventiscas.

## Sombra permanente.

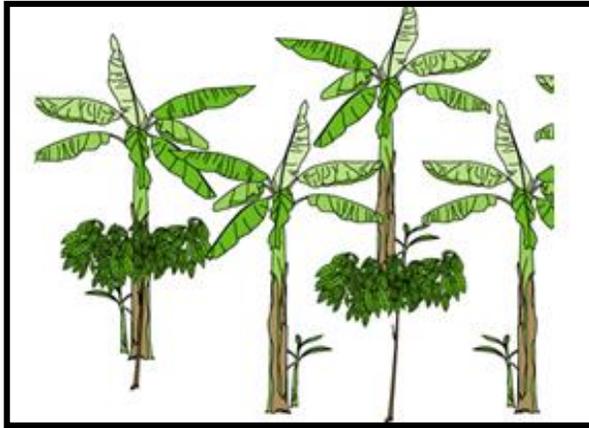


*Gráfico 22: Sombra permanente de cacao con árbol de guaba.  
Fuente: Plantaciones y sombreados*

La planta de cacao en su etapa joven necesita de hasta un 70% de sombra o mucha más dependiendo de la zona en que este ubicada, y esta debe reducirse a un 30% cuando la planta llega al quinto año de edad. La gran cantidad de sombra que requiere el cacao joven va relacionada a que posee una baja cantidad de follaje. El tipo de especies recomendadas para proporcionar sombra en su mayoría son: guabas, el poró, laurel, madero negro entre otras, como por ejemplo el coco. Es recomendable no siempre sembrar un solo tipo de árbol en la plantación, sino que es mejor combinar especies, para evitar plagas, puede ser la mitad de árboles de poró y la otra mitad de guaba, etc. (Orrala, 2017)

Estos tipos de árboles proporcionan una gran cantidad de sombra a la planta de cacao, y por ende ayudan en su proceso de crecimiento, ya que como podemos ver esta no posee mucha cantidad de follaje, por lo que le ayuda a recubrirse del sol y así no sufrir quemaduras y severos daños que terminan por secar a la planta irreversiblemente. Como podemos notar en las plantaciones lo ideal es tener varios tipos de árboles, ya que esto evita que, si hay una plaga en un tipo de árbol pueda ser traspasado a toda la plantación.

## Sombra temporal.



*Gráfico 23: Sombra temporal de cacao con árbol de plátano.  
Fuente: Plantaciones*

Para este tipo de sombra se puede usar entre las más conocidas las plantas de plátano o banano (3 x 3 m en cuadro o triangular), gandul, higuera (4 x 4 m), papaya (3 x 3 m), yuca, saragundí entre otros. La sombra temporal es de suma importancia en el cultivo de cacao; la cual también requiere una buena fertilización, respectivo combate de malezas, plagas y enfermedades que puedan surgir, es decir un cuidado general total. Además, tiene una función de cultivo asociado, que también genera ingresos para el productor, antes que el cultivo principal que es el cacao. (Orrala, 2017)

La sombra temporal se realiza de cuatro a cinco meses antes del trasplante. Se usa estos tipos de plantas para que además de tener una función de sombra contribuyan a los ingresos de los productores. Este tipo de sombra es fundamental para el óptimo crecimiento de la planta ya que en los primeros meses la planta está en proceso de desarrollo y no posee mucho follaje, es decir ramas, hojas para poder recubrir a la planta de los agentes externos como el sol y el viento.

- **Siembra.**

Luego de que se coloque la sombra, se realiza un trazado en el terreno, y se realizan huecos para proceder a trasplantar las plantas de cacao. El hoyo para poder sembrar debe medir aproximadamente de diámetro 40 cm y de profundidad 40 cm. La distancia de siembra es recomendada de 3 x3 m, sea esta en cuadro o en el sistema de tres bolillos también llamado pata de gallo. La plantación debe ser sembrada con orientación de este a oeste. El trasplante siempre se debe realizar de acuerdo al clima que hay en la zona, de manera que la planta cuente con al menos dos meses de lluvia o si no hay la misma optar por el riego. (Orrala, 2017)

Durante el proceso de sembrío es importante tomar en cuenta el clima de la zona para el respectivo riego de la plantación, sobre todo en los primeros meses del trasplante del injerto que son los meses donde la planta necesita una gran cantidad de agua para su desarrollo. La técnica se debe realizar mediante las especificaciones técnicas ya descritas que consisten en respetar los espacios entre la sombra y la planta, también el hoyo donde se hará la siembra.

- **Manejo de plantación.**

**Fertilización.**

Para realizar el proceso de fertilización en el cacao u otro cultivo, se empieza primeramente y de manera obligatoria hacer un respectivo análisis general del suelo, este sea químico como físico, ya que esto permite usar de manera adecuada las fórmulas y a su vez proceder a hacer las correcciones en el suelo más convenientes que pueden ser por lo general deficiencias de nutrientes. Si se opta por no realizar, podrían ocurrir errores y

generar riesgos como: producir deficiencias o toxicidad en el suelo, perjudicar con fórmulas no convenientes al cultivo. (Orrala, 2017)

Mediante la correcta fertilización de la planta de cacao se puede lograr un cultivo exitoso ya que con el respectivo estudio del suelo se puede conocer que nutrientes y elementos químicos posee el suelo y a su vez que deficiencias tiene para poder reparar y completar lo que faltó mediante las fórmulas correctas, si esto no es tomado en cuenta las consecuencias pueden ser irreparables pérdidas de las cosechas y por ende desperdicio de recursos.

### **Combate de malezas.**

El combate de malezas en las plantaciones de cacao se debe proceder a realizar de preferencia de manera manual. Generalmente se hace seis deshierbas en el año para las plantas jóvenes y cuatro para las adultas. Antes de cada deshierba se hace una rodajea que va desde medio metro a uno de ancho, ubicado alrededor de cada tallo. Al realizar la deshierba se debe evitar los cortes o tipos de heridas en los árboles, para así amenorar el factor de riesgo para las enfermedades, en especial la enfermedad muy común del mal del machete. (Orrala, 2017)

En las plantaciones cacaoteras se encuentra mucho este tipo de problemas que son causados por la maleza, la cual destruye las plantas ya que entorpece su proceso de crecimiento. Por lo cual se procede a realizar estas deshierbas cada cierto tiempo al año, dependiendo de la edad de las plantas se lo debe hacer.

Este proceso se realiza generalmente de forma manual para así lograr el menor daño posible a la planta y por ende evitar las plagas y enfermedades. El uso de herbicidas siempre debe ser con apoyo de la respectiva asesoría técnica.

## **Poda.**

La poda del cacao se basa en eliminar chupones, las ramas que crecen mal, que se entrecruzan y mal dirigidas, también las partes muertas y enfermas. Este proceso se lleva a cabo para poder mantener a los tallos del cacao productivos, en buen estado de salud y bien distribuidas las ramas. La poda permite que la planta tenga mejor entrada de aire y luz, ayuda a controlar el proceso de crecimiento y desarrollo de las ramas para que estas sean 100% productivas, y a su vez ayuda a disminuir la presencia de diversas plagas que atacan al cacao y también enfermedades. (Villanueva, El cultivo de cacao, opción sustentable para la selva, 2015)

Este proceso es muy importante ya que al realizarlo constantemente evitamos el mal crecimiento de las ramas, porque al no podar la planta, esta no alcanzara un nivel de producción alta, ya que estaría atrofiada por los chupones entre otros factores que impiden el buen desarrollo de planta y posteriormente no permiten el proceso de la reproducción por medio de injertos o la germinación de las flores, las cuales están encargadas de producir los frutos del cacao.

Por esto es de vital importancia realizar la poda cada cierto tiempo para mantener una buena producción de la planta.



*Gráfico 24: Poda de árbol de cacao.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

- **Plagas del cacao.**



*Gráfico 25: Plaga de cacao: Chinche en forma de avispa.  
Fuente: El Cacao*

Existen varios tipos de insectos que atacan a la planta del cacao, causando daños a la plantación entre los cuales tenemos:

**Tabla 2: Plagas del cacao.**

Plagas del cacao	
Insectos que atacan el tronco del árbol.	- Barrenador del tallo.
Insectos que atacan follaje, brotes y frutas.	- Chinche con forma de avispa.
	- Trips.
	- Picudo de los retoños tiernos.
	- Hormigas zompopas.

*Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

- **Enfermedades y su combate.**

**Mazorca negra (*Phytophthora palmivora*).**

Esta enfermedad de mazorca negra ataca los brotes laterales o chupones, ramas y frutos. Se presenta con una lesión de color café en un tono chocolate, con bordes definidos y de manera progresiva. Los síntomas en las hojas se presentan como una lesión que se extiende hasta la vena, en el tallo se manifiesta en forma de betas oscuras en el tejido bajo la corteza y se origina un exudado que es un tipo de goma que indica la lesión interna; al raspar la corteza se pueden observar las betas. (Cueva, 2015)

Los síntomas en la planta se van desarrollando de forma progresiva primero se observa una pequeña mancha café hasta que se va extendiendo a cada parte de la planta. Cuando la enfermedad de mazorca negra está avanzada se puede observar un tipo de goma color blanquecino que muestra que dentro de la planta existe una lesión severa interna. Es

importante verificar el daño observando que partes de la planta están afectas con la enfermedad.



*Gráfico 26: Enfermedad del cacao: mazorca negra.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

Para combatir la enfermedad se debe proceder a eliminar constantemente sin cesar cada uno de los órganos de la planta enfermos y a su vez sacarlos lejos de la plantación para evitar que este tipo de hongo agresivo no contamine el suelo y cause nuevas y masivas infecciones. Además, se debe tomar en cuenta la aplicación de fungicidas que se recomienda que sean a base de cobre, sobre todo al fruto, se debe aplicar en dosis de 120 gr. con adherente de 2 ml. (Cueva, 2015)

La eliminación de la enfermedad depende del nivel de cuidado que se debe tener, retirando todas las partes enfermas de la planta empezando desde las hojas, ramas, chupones, ramillas, partes del tallo y los frutos que han sido infectadas, y posteriormente ser retiradas de los terrenos de sembríos para evitar la masiva propagación de este hongo que es altamente contagioso. Para finalizar se debe poner la fórmula de cobre para poder refrenar el avanza del hongo y curar a la planta.

## **Monilia (Moniliophthora roreri).**



*Gráfico 27: Enfermedad del cacao monilia.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

La monilia es un tipo de enfermedad que ataca el fruto. La mazorca se ve afectada generalmente en los primeros tres meses de desarrollo, se manifiesta mediante un abultamiento. Cuando el fruto tiene una mayor edad, la enfermedad aparece como una mancha color café sin forma definida, que la diferencia de la enfermedad de la mazorca negra. La lesión originada se llena de un polvo blanco y abundante causado por las esporas que disemina el hongo. Para combatir esta enfermedad se deben eliminar las mazorcas enfermas cada ocho o quince días, depositarlas en el suelo y cubrirlas con tierra u hojarasca para evitar que liberen las esporas del hongo. (Cueva, 2015)

Este tipo de enfermedad produce una pudrición en el fruto, ya que la monilia es un tipo de hongo que ataca al fruto en cualquier etapa que se encuentre, en su manifestación inicial aparece como manchas negras, las cuales van deteriorando el fruto llenándolo de polvillos blancos que van causando el contagio masivo al resto de frutos. Por esto se recomienda cosechar los frutos semanalmente para así poder evitar el riesgo de contagio en las mazorcas.

El uso del combate mediante químicos como el clorotalonil, es económico y favorable solo si en la plantación se han realizado las respectivas prácticas culturales correctas como el buen drenaje, la regulación apropiada de sombra, poda constante del cacao, combate de malezas, una apropiada fertilización, etc., y esta se debe aplicar solamente en casos de daños severos en la planta, se debe aplicar primordialmente en el fruto. (Cueva, 2015)

Cabe destacar que el uso de químicos para combatir la enfermedad solo debe ser usado en casos de daños extremos, y también tomando en cuenta que la planta tenga óptimas condiciones de desarrollo como la presencia de sombra, poda, correctamente fertilizada para que pueda resistir la enfermedad y también la presencia de los químicos, sino su uso tendría efectos contraproducentes y sumamente desfavorables sobre todo en la productividad. El clorotalonil es el más utilizado por los agricultores en los sembríos de cacao.

### **Antracnosis (*Collethotrichum gloesporioides*).**

La antracnosis es un tipo de enfermedad del cacao que ataca las ramillas, hojas y frutos del cacao. Se manifiesta en la planta mediante una defoliación, que es una caída prematura de las hojas, las ramillas recién germinadas y los frutos, que como resultado van dejando las ramas desnudas. A esta enfermedad se la relaciona con la falta de sombra y la deficiencia de nutrientes, por lo cual se debe empezar a combatir con una adecuada sombra, una rica fertilización del suelo y posteriormente con la poda de las partes enfermas. Cuando la enfermedad ha llegado a severos daños, se aconseja aplicar fungicidas. (Cueva, 2015)



*Gráfico 28: Enfermedad del cacao: antracnosis.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

Este tipo de enfermedad causa un deterioro progresivo de la planta, ya que de a poco va quedando despojada de ramillas, hojas, flores y frutos, hasta llegar a quedar prácticamente sin nada de follaje. Por ello es necesario tomar en cuenta las recomendaciones en cuanto a su cuidado, proveerle más nutrientes ya que se le asocia a la deficiencia de ellos. Si la enfermedad ha sido muy agresiva se recomienda fungicidas para evitar que la planta se contamine de otras enfermedades ya que se encuentra débil.

### **Mal del machete *Ceratocystes fimbriata*.**



*Gráfico 29: Enfermedad del cacao: mal de machete.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

El mal de machete es una enfermedad que ataca principalmente el tronco y las ramas de la planta. Se manifiesta mediante una marchites total de las hojas del árbol las cuales quedan pegadas al tronco más tiempo de lo normal. El árbol termina muriendo debido al severo daño causado por este hongo, el cual es sumamente agresivo. Esta enfermedad también tiene directa relación con el insecto *Xyleborus*, el cual provoca nidos en el tronco donde vive y posteriormente se reproduce dañando la planta o también se transmite por herramientas de poda infectadas. (Cueva, 2015)

Esta enfermedad principalmente es causada por las lesiones en la poda el árbol por la cual queda expuesta a enfermedades que pueden ser propagada por este tipo insecto el cual es atraído por el olor que emana el árbol por la enfermedad, el cual también libera un tipo de aserrín de textura muy fina, que sirve como medio de contagio del hongo a las

plantas sanas. Posteriormente los medios de transmisión más comunes son las herramientas de podar que no fueron desinfectadas constantemente, transmitiéndola enfermedad una a otra inclusive de ahí parte su nombre mal del machete.

El árbol que ha sido atacado por la enfermedad debe ser rápidamente destronado, sacado y quemado a las afueras de la plantación; también debe ser removida la tierra del hoyo y puesta al sol para luego aplicarle cal. Para prevenir la enfermedad y el contagio durante las deshierbas o podas, se debe evitar herir a las plantas y desinfectar de manera constante todas las herramientas usando formalina a 5%. (Cueva, 2015)

Es importante retirar el árbol con todas sus partes, incluida la tierra donde estaba sembrada y llevada lo más lejos posible de la plantación ya que la planta ya infectada es altamente contagiosa para el resto de plantas. Esta enfermedad por lo general devasta la planta en su totalidad por lo que hay que prevenirla mediante podas continuas y sobre todo fundamentalmente la desinfección de las herramientas que usa los agricultores para proceder a la poda, evitando en lo posible no herir a la planta.

### **Enfermedad rosada (*Corticium salmonicolor*).**

Esta enfermedad rosada ataca a las ramas y al tronco, generalmente los árboles a partir de dos años mueren por esta principal causa. En árboles que tienen una mayor edad, las ramas que ha sufrido lesionadas se empiezan a secar y manifiestan incrustaciones en el tronco, este tipo de hongo se va esparciendo en la superficie, a medida que avanza la infección se va notando una capa muy delgada de color rosado, lo que ayuda a permitir identificar la enfermedad. (Cueva, 2015)

La enfermedad rosada es caracterizada principalmente por la aparición de estas manchas de tonalidad rosada, que indican la presencia de la enfermedad y esta va secando progresivamente a la planta empezando desde sus hojas, especialmente afecta a las plantas de cacao a partir de los dos años de edad, y posteriormente mueren. Este tipo de hongo se va esparciendo en toda la planta en forma progresiva, se debe detener la infección para que no destruya por completo el árbol.

Esta enfermedad se puede combatir previniendo condiciones extremas de humedad dentro de la plantación que se logra drenando, podando el cacao y desinfectando las herramientas, regulando el sombrero. Cuando hay árboles enfermos, se debe podar la parte enferma y quemarla; el resto del árbol se atomiza con fungicida a base de cobre. (Cueva, 2015)

Para el combate de esta enfermedad es necesario destacar que se debe usar después de desinfectar la planta y en caso de daños severos se utiliza este tipo de fungicida a base de cobre, también es de vital importancia la prevención de la enfermedad teniendo en óptimas condiciones la plantación como la realización de podas, buen drenaje, etc.

Cuando la planta ya está infectada no olvidar este paso de retirar y quemar la parte afectada o el árbol en su totalidad, dependiendo del nivel de daño.



*Gráfico 30: Enfermedad del cacao: rosada.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

- **Cosecha y Post Cosecha.**

Dentro del proceso productivo del cacao tenemos dos fases finales: la de cosecha y la post cosecha, donde ya el fruto de la planta alcanza madurez, es arrancado del árbol, se le extraen las pepas en su interior, son puestas a secar y finalmente esta lista para su comercialización.



*Gráfico 31: Proceso de cosecha y post cosecha del cacao.  
Fuente: El Cacao*

## **Cosecha.**

- **Tumba y Selección.**

Cuando la mazorca esta ya madura se cortan o tumban para cosecharlas, al mismo tiempo se va eliminando y separando aquellas que han sido dañadas y afectadas por las diversas enfermedades que existen como la monilla o enfermedad rosada, entre otras. Se procede a la tumba y la recolección de todas las mazorcas, posteriormente se las agrupa juntas en un lugar determinado para la extracción de las semillas en el interior de la mazorca. (Aguilar, 2017)

En este proceso de tumbar las mazorcas para poder cosecharlas es muy importante observar las que estén dañadas por alguna enfermedad, pues al juntarlas pueden contaminar al resto. También se debe tomar en cuenta la maduración de las mazorcas para proceder a cosecharlas ya que al sacarlas muy temprano de la planta no serviría el fruto y sería muy difícil hacerla madurar artificialmente. Luego de la cosecha se las agrupa para el siguiente paso.

- **Quiebre.**

Una vez que las mazorcas han sido cosechadas, se procede a realizar un corte transversal o diagonal con un golpe del machete, procurando en lo posible no cortar la semilla. Luego se extraen las semillas en el interior y se las va poniendo una a una en un saco para luego ser desvenado es decir sacado de venas y cascarillas. Una vez que ya se han sacado las semillas de la mazorca estas son trasladadas a un lugar donde se coloca todas las semillas recolectadas para ser desvenadas. Las venas y cascarillas pueden ser utilizadas para abonos orgánicos. (Aguilar, 2017)

Este proceso de quiebre se debe hacer con técnica y cuidado ya que si se hace de mala forma puede terminar cortando las semillas y mermando la producción del cacao. Cuando se realiza el corte debe ser de la manera diagonal, luego con un pequeño golpe de machete la mazorca se abre y manualmente se pueden extraer las semillas en el interior. Estas se van apilando para ser descascarilladas y proceder al proceso de post cosecha.

**Post cosecha.**

- **Fermentación.**

La fermentación es un tipo de proceso de reacciones bioquímicas que transforman desde la materia viva hasta los desechos, es decir procesos catabólicos, la oxidación incompleta natural que se dan en gran cantidad de productos alimenticios pasa por esta acción de agentes microbianos, para así obtener el resultado de un compuesto orgánico. Estos productos finales caracterizan los diversos tipos de fermentación que existen.” (Aguilar, 2017)

Este proceso de fermentación dura aproximadamente entre 6 a 8 días. La función de la fermentación es de evitar la germinación en los granos de cacao, también conocida

como proceso para la muerte del grano. La fermentación es una etapa muy importante, pues la misma produce una serie de cambios químicos y estos ocurren en el interior del grano que modifican el sabor y también la calidad del cacao.

- **Secado.**

El secado tiene como fin eliminar un gran porcentaje de humedad del grano hasta aproximadamente un 7%, y así evitar el ataque de agentes patógenos que dañan la calidad del grano, este se realiza de dos maneras: Secado de manera natural exponiéndolo al calor del sol y a los rayos solares. Secado de manera artificial utilizando una secadora a combustible, sin embargo, este método no es muy recomendable. (Aguilar, 2017)

Este proceso es el último paso antes de la comercialización de la pepa del cacao, es necesario para lograr reducir el nivel de humedad de la pepa es muy afectada por agentes patógenos como el moho y diversos tipos de hongo, que causan la pudrición de la misma. Lo más recomendable es ponerlas al sol para su secado debido que los rayos solares ayudan a secarla en forma natural, la manera artificial no es muy recomendable porque se seca demasiado rápido y se penetra el humo en las pepas de cacao.

### **2.3. ELEMENTOS DEL DISEÑO.**

Los elementos están relacionados entre sí, y no pueden ser fácilmente separados (Wong W. , 2016)

**Proporción y Escala.** La proporción es a la justa y armónica relación que existe de una parte con otra o con el todo y la escala es el tamaño total de un objeto que es

comparado con un estándar que sirve de referencia o también con el de otro objeto. (UNID, 2013)

**Armonía y Unidad.** Es la conveniente proporción y correspondencia de unas partes con otras, basada en unidad forma una organización coherente y armónica. (Arqhys, 2012)

**a. Elementos conceptuales.** Dentro de los elementos conceptuales tenemos:

- **Punto.** Es la figura geométrica adimensional, describe una posición en el espacio y establece coordenadas. (Jaramillo, 2014)

- **Línea.** Es el producto que resulta cuando el punto se mueve de un lado fijo a otro y su recorrido se va transformando en una línea. (Wong W. , 2015)

- **Plano.** Representación esquemática a cierta escala de construcción de un terreno, población o máquina. (Porto, 2014)

- **Volumen.** El volumen es el resultado del recorrido de un plano en movimiento. (Wong W. , 2015)

**b. Elementos visuales.** Línea visible del dibujo, contiene largo y ancho y así mismo tienen forma, color, medida y textura. (Arqhys, 2012)

- **Forma.** Se convierten en formas el punto, la línea o el plano, cuando estos son visibles. (Wong W. , 2015)

- **Medida.** Acción y efecto de medir, que se compara una cantidad con su unidad.

La distancia entre dos puntos, estarían el kilómetro, el metro, el centímetro y milímetro.

(Porto, 2014)

- **Color.** El color es la sensación resultante de la estimulación visual, por parte

de determinadas longitudes de onda a partir de la luz. (Galarza, 2011)

- **Textura.** Se vincula a la superficie externa de un cuerpo, propiedad que es

captada por el sentido del tacto puede ser suave o áspera. (Porto, 2014).

- **Espacio.** Los espacios en el diseño son las áreas vacías que luego son activas,

llenas o modificadas por diversos elementos. (Wong W. , 2015)

**2.3.1. La construcción sostenible.** Modo de construcción que se basa en respetar el entorno y el medio ambiente, a su vez se relaciona con el desarrollo de recursos, crecimiento económico y erradicar pobreza. Uniendo calidad y eficacia. (Ruiz, 2014).

**2.3.2 Impacto Ambiental.** Se considera impacto ambiental a cualquier alteración del Medio Ambiente, ya sea esta negativa o beneficiosa. (Quim, 2014).

**2.3.3. Materiales de Construcción.** Es una materia prima o, un producto elaborado empleado en la construcción de edificios u obras de ingeniería civil. Los materiales de construcción son los componentes de los elementos constructivos y arquitectónicos de una edificación. (Gomez, 2015).

**2.3.4. Medio ambiente.** Sistema conformado por elementos naturales y artificiales y modificados por la acción humana. Entorno que condiciona la forma de vida sociable. (Porto, 2014)

**2.3.5. Reciclaje.** Se denomina reciclar a la acción de reutilizar de nuevo un material que ya ha sido considerado como un residuo. (Caballer, 2015)

**2.3.6. Recurso renovable.** Restaurar mediante los propios mecanismos naturales, no se agota ya que la naturaleza se encarga de regenerarlo rápidamente. (Porto, 2014)

**2.3.7. Arquitectura verde.** Novedosa tendencia basada en desarrollos sustentables, no solo incluyendo vegetación sino creando diseños que conlleven a conservar el medio ambiente y mejorar un nivel económico y social. (Prado, 2016 )

**2.3.8. Materiales sostenibles.** Elementos provenientes de la naturaleza y que sean de larga duración puesto que muchos sirven para ser reusados y no tendrían costo. (Group, 2018)

**2.3.9. Diseño de Interiores.** Proyector de creatividad y varias funciones siguiendo métodos coordinados para llevar a cabo proyectos y programas mediante la innovación. (Estilo, 2016 )

## **2.4. MARCO LEGAL.**

### **2.4.1. LEYES Y REGLAMENTOS.**

Por el tipo de ladrillo de la propuesta se sugiere que, por los materiales que lo conforman y por su finalidad, es indispensable acatar la normativa ecuatoriana de construcción, por ello hay que hacer referencia a la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC). Los diversos capítulos que están contemplados en el ordenamiento inicial de la Norma Ecuatoriana de la Construcción se dividen en tres partes principales: (i) Seguridad Estructural de las edificaciones; (ii) Habitabilidad y Salud, basados en la funcionalidad de las edificaciones; y (iii) Distribución de Servicios Básicos.

## **2.4.2. CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.**

*Registro Oficial No. 449, 20 de octubre del 2008.*

**Art. 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.

**Art. 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.

**Art. 54.-** Las personas o que produzcan o comercialicen bienes de consumo, serán responsables civil y penalmente por la calidad defectuosa del producto, o cuando sus condiciones no estén de acuerdo con la publicidad efectuada o con la descripción que incorpore.

**Art. 66,** numeral 15.- El derecho a desarrollar actividades económicas, en forma individual o colectiva, conforme a los principios de solidaridad, responsabilidad social y ambiental.

**Art. 74.-** Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. (Oficial, 2008).

**Art. 83**, numeral 6.- Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible. (Oficial, 2008).

**Art. 385**, numeral 3.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y haberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad: (Oficial, 2008).

### **2.4.3. NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN.**

En el año 2014 en el Ecuador se hizo oficial los primeros capítulos contemplados en la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) en cuanto a la seguridad estructural de las Edificaciones. La NEC es impulsada por la Subsecretaría de Hábitat y Asentamientos Humanos del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).

#### ***NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado***

Contempla el análisis y el dimensionamiento de los elementos estructurales de hormigón armado para edificaciones, en cumplimiento con las especificaciones técnicas de normativa nacional e internacional.

En el diseño de hormigón estructural, los elementos deben diseñarse para que tengan una resistencia adecuada, de acuerdo con las disposiciones dicha vivienda se a utilizar los factores de carga y los factores de reducción de resistencia  $\phi$  especificados. Se referirá también a la NEC-SE-CG. (Registro Oficial., 2014)

### ***NEC-SE-MP: Estructuras de Mampostería Estructural***

Contempla los criterios y mínimos requisitos para la construcción y el diseño de mampostería estructural, obteniendo un comportamiento adecuado bajo condiciones de: carga vertical permanente o transitoria, condiciones de fuerzas laterales y estados ocasionales de fuerzas atípicas.

Un material constructivo, es cualquier tipo de producto fabricado o procesado cuyo fin es ser adicionado permanentemente en cualquier obra, ya sea esta de edificación o de ingeniería civil. (Registro Oficial., 2014)

Los materiales de construcción deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Tener resistencia mecánica acorde con el uso que recibirán.
- Poseer estabilidad química es decir resistencia a agentes agresivos.
- Contar con estabilidad física.
- Brindar seguridad para su óptimo manejo y utilización.
- Conservar la debida protección en cuanto a la higiene y salud, tanto de obreros como de usuarios.
- No atentar contra el medio ambiente.
- Proporcionar aislamiento térmico y acústico principalmente en el ahorro de energía.
- Dar estabilidad, protección y resistencia al fuego en caso de incendio.
- Facilidad de uso, comodidad, estética y economía.

### ***NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)***

Contempla los factores de cargas no sísmicas que deben considerarse para el cálculo estructural de las edificaciones: cargas permanentes, cargas variables, cargas accidentales y combinaciones de cargas. (Registro Oficial., 2014)

### ***NEC-SE-DS: Cargas Sísmicas: Diseño Sismo Resistente***

Contiene los requerimientos técnicos y las metodologías que deben ser aplicadas para el diseño sismo resistente de las edificaciones, estableciéndose como un conjunto de especificaciones básicas y mínimas, adecuadas para el cálculo y el dimensionamiento de las estructuras que se encuentran sujetas a los efectos de sismos en algún momento de su vida útil. (Registro Oficial., 2014)

### ***NEC-SE-RE: Rehabilitación Sísmica de Estructuras***

Este documento se vincula principalmente con la norma NEC-SE-DS para la rehabilitación sísmica de edificaciones existentes estableciendo los lineamientos para la evaluación del riesgo sísmico en los edificios, incluyendo parámetros para la inspección y evaluación rápida de estructuras con la valoración probabilística de las pérdidas materiales, para una gestión efectiva del riesgo sísmico. (Registro Oficial., 2014)

### ***NEC-SE-GM: Geotecnia y Diseño de Cimentaciones***

Contempla criterios básicos a utilizarse en los estudios geotécnicos para edificaciones, edificaciones, basándose en la investigación del subsuelo, la geomorfología

del sitio y las características estructurales de la edificación, proveyendo de recomendaciones geotécnicas de diseño para cimentaciones futuras, rehabilitación o reforzamiento de estructuras existentes. (Registro Oficial., 2014)

#### **2.4.4. OBJETIVOS DEL PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR.**

Existen políticas incentivadas por el gobierno del Ecuador, que brindan nuevos modos y formas de desarrollo, dirigidos al Buen Vivir bilateral entre el ciudadano y el medio ambiente. (Registro Oficial., 2014)

Entre los principales objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir aplicados al proyecto, se encuentran:

##### ***6.8. Inversión para el Buen Vivir en el marco de una macroeconomía.***

... “**La sostenibilidad económica** a través de la canalización del ahorro y del **desarrollo de capacidades humanas y oportunidades sociales** que hagan posible una organización económica más equitativa y una convivencia social más justa y la **acumulación de capital productivo** necesario para cambiar el patrón de especialización de la economía y el modo de acumulación...” (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009-2013)

##### ***6.10. Sostenibilidad, conservación conocimiento del patrimonio natural y fomento del turismo comunitario***

... “¿Cómo vivir bien con justicia social y ambiental dentro de los límites de la naturaleza? El proyecto político actual, plantea una **transición de la modelo extractivita, dependiente** y desordenado a nivel territorial, a un modelo de aprovechamiento moderado sostenible, utilizando de manera inteligente los espacios disponibles, asegurando la soberanía alimentaria, protegiendo el ambiente. Contemplar los niveles de corresponsabilidad con los efectos ambientales macro como el calentamiento global, responder con alternativas nuevas e incorporarse a las existentes, un ejemplo es la iniciativa Yasuní – ITT, aprovechar con responsabilidad y garantizar la calidad ambiental...” (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009-2013)

***Objetivo 4. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable.***

... “Es indispensable que los cambios planteados estén acompañados de **transformaciones en los enfoques productivos y de consumo**, a fin de prevenir, controlar y, mitigar la contaminación ambiental y, de ese modo, permitir al país enfrentar, estratégicamente el calentamiento global...” (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009-2013)

***Objetivo 11: Establecer un sistema económico social, solidario y sostenible.***

... Como parte del ciclo económico y en el marco de una **conciencia social y ambiental**, se requieren políticas activas en torno al consumo. Resulta urgente la **generalización de patrones de consumo responsables** para, de ese modo, fortalecer la

soberanía alimentaria y la economía endógena...” (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009-2013)

***11.2. Impulsar la actividad de pequeñas y medianas unidades económicas asociativas y fomentar la demanda de los bienes y servicios que generan.*** (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009-2013)

***11.4. Impulsar el desarrollo soberano de los sectores estratégicos en el marco de un aprovechamiento ambiental y socialmente responsable de los recursos no renovables.*** (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009-2013)

***11.7. Promover condiciones adecuadas para el comercio interno e internacional, considerando especialmente sus interrelaciones con la producción y con las condiciones de vida.*** (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009-2013)

***11.1. Promover la sostenibilidad eco sistémica de la economía a través de la implementación de tecnologías y prácticas de producción limpia.*** (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009-2013)

## **CAPÍTULO III**

### **3. MARCO METODOLÓGICO.**

#### **3.1. Enfoque de la investigación.**

Esta investigación presenta un enfoque cualitativo y cuantitativo, que va estandarizándose en la elaboración de un prototipo de ladrillo utilizando la cascarilla de cacao y barro para ser utilizado en viviendas de interés social, definiendo el estudio del problema, detallando los motivos dentro del contexto al que corresponde y tratando de dar una solución de forma conveniente.

Las técnicas que se utilizarán para este tipo de ladrillo son entre otras: la investigación bibliográfica de tópicos referentes al tema que otorgan un sustento teórico científico probado, las fotos que evidencien la experiencia de las pruebas de laboratorio, esquemas explicativos, entre otros.

También se hará una encuesta para conocer el grado de aceptación de los potenciales usuarios de este nuevo producto que se ofrecerá al mercado. El contenido de las preguntas guarda relación con los objetivos de investigación.

#### **3.2. Modalidad básica de la investigación.**

##### **3.2.1. Investigación Documental Bibliográfica.**

Este trabajo de investigación se ajusta a una investigación documental, a través de la recopilación de todas las referencias de otros proyectos trabajados con el mismo

material, a través de libros, revistas o cualquier otro documento que nos pueda facilitar la revisión bibliográfica, también ampliaremos información utilizando sitios webs, entre otras.

### **3.2.2. Investigación experimental.**

Está basada en la experimentación a realizar en el laboratorio, utilizando los elementos como la cascarilla de cacao y el barro para la elaboración del ladrillo. De esta forma conoceremos la reacción de cada uno de los elementos al mezclarse, además de un profundo análisis de los posibles cambios que puedan aparecer en estos al ser sometidos a condiciones como el calor y la humedad, ensayos que se efectuarán para así poder corroborar y recomendar su uso.

### **3.2.3. Investigación de campo.**

Se refiere a que la investigación se efectuará en el mismo lugar en el que se origina la problemática, es decir estará directamente en contacto con los involucrados. Se ha establecido que el lugar es en el cantón Bucay por ser una ciudad en la cual existen desechos de la cascarilla de cacao y el barro, pudiendo ser aplicados en la construcción de las viviendas de interés social. Analizando como los moradores del sector pueden mejorar sus condiciones de vida dentro de un ambiente confortable y a bajo precio.

### **3.3. TIPOS DE INVESTIGACION.**

#### **3.3.1. Descriptiva.**

Es investigativo científico que tiene como objetivo principal detallar las características de la cascarilla de cacao, barro y visualizar el comportamiento de estos elementos cuando ya se ha realizado la mezcla, su compactación y cocción.

#### **3.3.2 Analítica.**

Consiste principalmente en determinar y contrastar los diferentes tipos de ladrillos para su utilización en ambientes interiores. Comprobando que por la aleación utilizada del barro y la cascarilla del cacao se puede crear un ladrillo amigable con el medio ambiente.

### **3.4. MÉTODOS.**

#### **3.4.1. Método Hipotético Deductivo.**

Método que sirve para formular el marco teórico a través de la recopilación de información bibliográfica, busca obtener una idea de las conclusiones y probabilidades de resultados. Por las observaciones realizadas este caso particular se plantea el problema.

#### **3.4.2. Método empírico.**

Este método se empleó para descartar y constatar la hipótesis planteada basándose en los resultados obtenidos. Por la observación de las pruebas realizadas en el laboratorio se pudo constatar cual o cuales eran los ladrillos idóneos para la construcción.

### **3.5. POBLACIÓN, MUESTRA, INSTRUMENTO Y RECOLECCIÓN DE DATOS.**

#### **3.5.1 Población.**

La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen características en común. (Tamayo y Tamayo, 2013)

La población de estudio del proyecto de investigación está representada por 30 maestros de obras, 100 habitantes de Bucay y 40 Diseñadores de Interiores porque será un producto que se utilizará y comercializará en la construcción y en el interiorismo.

#### **3.5.2 Muestra.**

La muestra es un proceso cualitativo en la investigación, siendo un grupo de persona, eventos, sucesos a quienes se les recolectaran datos, para este caso se determinó una muestra aleatoria de 170 personas a las que se les aplicará el instrumento denominado Encuesta.

### **3.6. TÉCNICA: LA ENCUESTA.**

Es una técnica de recolección de datos a través de una serie de preguntas que van organizadas en un cuestionario impreso. El cuestionario está basado en el uso de preguntas con alternativas de respuestas cerradas tipo Likert, con una escala del 1 al 5 considerando los siguientes parámetros:

5 = Muy de acuerdo

4 = De acuerdo

3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo

2 = En desacuerdo

1 = Totalmente en desacuerdo

### **3.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.**

Luego de recopilar los datos a través de la utilización del cuestionario, se lleva a cabo la revisión, compilación de la misma para organizarla y posteriormente preparar el proceso de tabulación.

**ENCUESTA DIRIGIDA A LOS ARTESANOS DE LA CONSTRUCCIÓN,  
PROPIETARIOS DE VIVIENDAS CLASE MEDIA, Y COMERCIANTES  
DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DEL CANTON BUCAY**

**Pregunta 1.- ¿Considera usted que los desechos de la cascarilla del cacao contaminan el medio ambiente?**

*Tabla 3: Encuesta 1 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
<b>Totalmente de acuerdo</b>	165	97%
<b>De acuerdo</b>	5	3%
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	0	0%
<b>En desacuerdo</b>	0	0%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	170	100%

*Fuente: Encuesta realizada a los constructores, y habitantes de Bucay.*



*Gráfico 32: Gráfica 1 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*

**Análisis.**

El resultado de esta pregunta arroja que un 97% de los encuestados está Totalmente de acuerdo en que los desechos de la cascarilla del cacao en gran cantidad contaminan el medio ambiente, el 3% está De acuerdo, el 0% está Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está en Desacuerdo y un 0% está Totalmente en desacuerdo.

**Pregunta 2.- ¿Considera usted que es posible trabajar con la cascarilla de cacao y barro en el área de la construcción?**

*Tabla 4: Encuesta 2 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
<b>Totalmente de acuerdo</b>	159	94%
<b>De acuerdo</b>	11	6%
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	0	0%
<b>En desacuerdo</b>	0	0%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	170	100%

*Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*



*Gráfico 33: Gráfica 2 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*

**Análisis.**

Se puede observar en los resultados de esta pregunta que un considerable 94% de los encuestados está Totalmente de acuerdo en que es posible trabajar con la cascarilla de cacao y el barro en el área de la construcción, el 6% está De acuerdo, el 0% está Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está En desacuerdo y un 0% está Totalmente en desacuerdo.

### Pregunta 3.- ¿Sabes que son y para qué sirven los ladrillos ecológicos?

Tabla 5: Encuesta 3 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	150	88%
De acuerdo	16	10%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4	2%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
TOTAL	170	100%

Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.

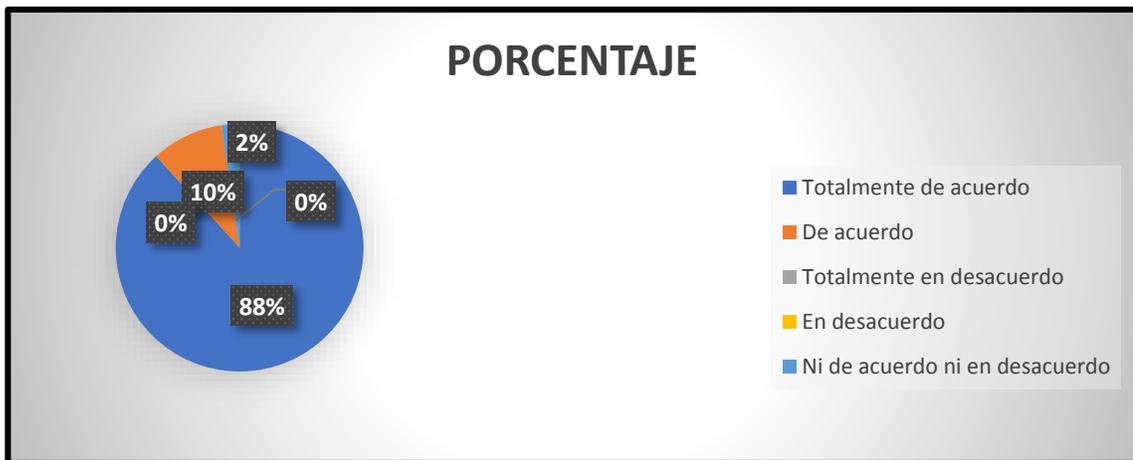


Gráfico 34: Gráfica 3 de encuesta.

Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.

### Análisis.

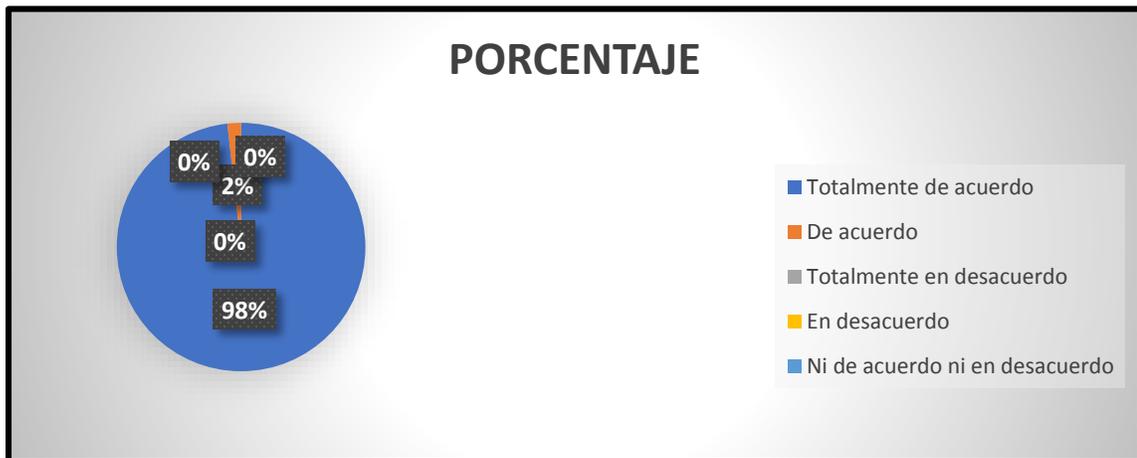
Un 88% de las personas que fueron encuestadas manifiestan estar Totalmente de acuerdo en tener la posibilidad de fabricar un ladrillo a base de cascarilla de cacao y barro, el 10% están De acuerdo, el 2% se inclinó por el Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está en desacuerdo y un 0% está Totalmente en desacuerdo.

**Pregunta 4.- ¿Estaría dispuesto a utilizar en construcción los ladrillos elaborados con cascarilla de cacao y barro?**

*Tabla 6: Encuesta 4 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
<b>Totalmente de acuerdo</b>	167	98%
<b>De acuerdo</b>	3	2%
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	0	0%
<b>En desacuerdo</b>	0	0%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	170	100%

*Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*



*Gráfico 35: Gráfica 4 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*

**Análisis.**

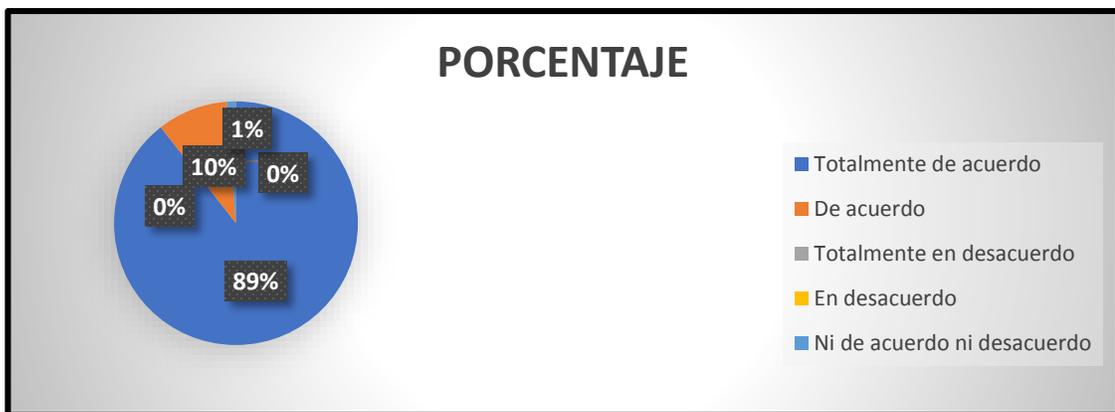
El 98% de las personas encuestadas están Totalmente de acuerdo en que estarían dispuestos a utilizar en construcción los ladrillos elaborados con cascarilla de cacao y barro, mientras que el 2 % está De acuerdo, el 0% dice no estar Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 0% está en desacuerdo y un 0% de está totalmente en desacuerdo.

**Pregunta 5.- En su opinión ¿Cree que es sencillo fabricar ladrillos a base de cascarilla de cacao y barro?**

*Tabla 7: Encuesta 5 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
<b>Totalmente de acuerdo</b>	152	89%
<b>De acuerdo</b>	16	10%
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	2	1%
<b>En desacuerdo</b>	0	0%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	170	100%

*Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*



*Gráfico 36: Gráfica 5 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*

**Análisis.**

La encuesta muestra que el 89% de las personas que fueron encuestadas está en Total acuerdo, el 10% está De acuerdo en que es sencillo fabricar ladrillos a base de cascarilla de cacao y barro, el 1% esta Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está En desacuerdo y finalmente el 0% está Totalmente en desacuerdo.

**Pregunta 6.- ¿Estaría dispuesto a recibir asesoría técnica y capacitación para elaborar y vender el ladrillo realizado con cascara de cacao y barro?**

*Tabla 8: Encuesta 6 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
<b>Totalmente de acuerdo</b>	168	99%
<b>De acuerdo</b>	2	1%
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	0	0%
<b>En desacuerdo</b>	0	0%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	170	100%

*Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*



*Gráfico 37: Gráfica 6 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*

**Análisis.**

El 99% de personas que respondieron a esta pregunta consideran estar Totalmente de acuerdo en que estarían dispuestos a recibir asesoría técnica y capacitación para elaborar y vender el ladrillo realizado con cascara de cacao y barro, el 1% está De acuerdo, el 0% Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está En desacuerdo y el 0% está Totalmente en desacuerdo.

**Pregunta 7.- ¿Considera usted que se puede utilizar ladrillos fabricados a base de cascarilla de cacao y barro en diferentes ambientes de una vivienda?**

*Tabla 9: Encuesta 7 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
<b>Totalmente de acuerdo</b>	157	93%
<b>De acuerdo</b>	9	5%
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	4	2%
<b>En desacuerdo</b>	0	0%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	170	100%

*Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*



*Gráfico 38: Gráfica 7 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*

### **Análisis.**

El 93% está Totalmente de acuerdo en considerar que se puede utilizar ladrillos fabricados a base de cascarilla de cacao y barro en diferentes ambientes de una vivienda, mientras que el 5% afirmó estar De acuerdo, el 2% no está Ni de acuerdo ni en desacuerdo, por último, el 0% está En desacuerdo y el 0% está Totalmente en desacuerdo.

**Pregunta 8.- ¿Cree usted que la contaminación ambiental se reduciría al sustituir el ladrillo común por un ladrillo elaborado con cascarilla de cacao y barro?**

*Tabla 10: Encuesta 8 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
<b>Totalmente de acuerdo</b>	169	99%
<b>De acuerdo</b>	1	1%
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	0	0%
<b>En desacuerdo</b>	0	0%
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	170	100%

*Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*



*Gráfico 39: Gráfica 8 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*

**Análisis.**

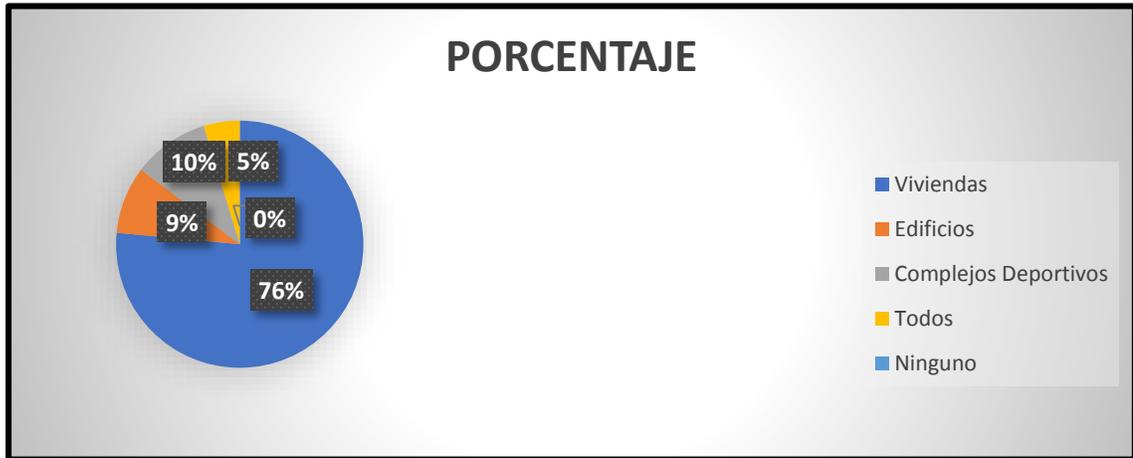
El 99% de personas que respondieron a esta pregunta consideran estar Totalmente de acuerdo en que creen que la contaminación ambiental se reduciría al sustituir el ladrillo común por un ladrillo elaborado con cascarilla de cacao y barro, el 1% estar De acuerdo, el 0% Ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 0% está En desacuerdo y el 0% está Totalmente en desacuerdo.

**Pregunta 9.- ¿Usaría los ladrillos elaborados con cacao y barro para construcciones de:**

*Tabla 11: Encuesta 9 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
Viviendas	130	76%
Edificios	15	9%
Complejos Deportivos	17	10%
Todos	8	5%
Ninguno	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>170</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*



*Gráfico 40: Gráfica 9 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*

**Análisis.**

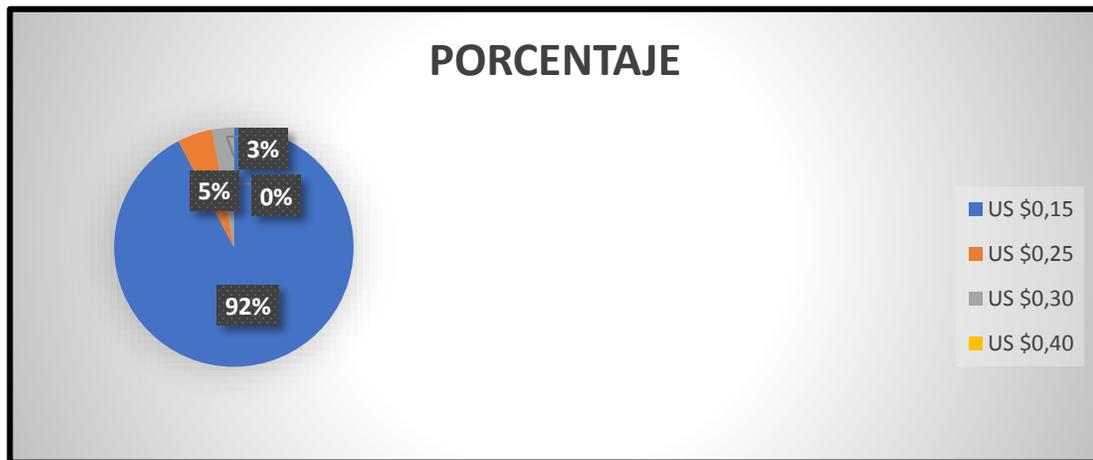
El 76% de personas que respondieron a esta pregunta consideran que usarían los ladrillos elaborados con cacao y barro para construcciones de vivienda, el 9% en edificios, el 10% en complejos deportivos, el 5% en todos y el 0% en ninguno.

**Pregunta 10.- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el ladrillo elaborado con cacao y barro?**

*Tabla 12: Encuesta 10 realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*

OPCIONES	RESPUESTA	PORCENTAJE
US \$0,15	157	92%
US \$0,25	8	5%
US \$0,30	5	3%
US \$0,40	0	0%
TOTAL	170	100%

*Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*



*Gráfico 41: Gráfica 10 de encuesta.*

*Fuente: Encuesta realizada a los constructores, diseñadores de interiores y habitantes de Bucay.*

**Análisis.**

El 92% de personas respondieron estar dispuestos a pagar \$0,15 ctvs. por el ladrillo elaborado con cacao y barro, el 5% pagarían \$0,25 ctvs., el 3% pagarían \$0,30 ctvs., y el 0% estaría dispuesto a pagar \$0,40 ctvs.

## CAPÍTULO IV

### **4. Tema: “Prototipo de ladrillo en base a la mezcla de cascarilla de cacao y barro para construcciones en la zona cacaotera de Bucay”**

#### **4.1. LA PROPUESTA.**

La finalidad principal de este proyecto de investigación fue demostrar que a partir de materiales de desechos se puede lograr la elaboración de elementos constructivos con características similares a los tradicionales usualmente empleados en la construcción de viviendas, edificios. Estos ladrillos pueden ser accesibles para una población de interés social, además promueven el reciclaje de residuos de su producción en los agricultores.

La fórmula utilizada para la fabricación de ladrillos a base de cascarilla de cacao y barro fueron sometidas a pruebas de laboratorio porque debían cumplir con las siguientes-características:

- Tener un costo inferior a los materiales tradicionales comúnmente utilizados.
- Ser más livianos a diferencia de otros materiales similares.
- Ser aislantes al sonido.
- Poseer una gran resistencia térmica a factores climáticos externos.
- Tener resistencia a impactos.
- Contribuir a la descontaminación ambiental mediante el uso de desechos orgánicos.

## **4.2. REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO.**

### **4.2.1 Materiales y Equipos.**

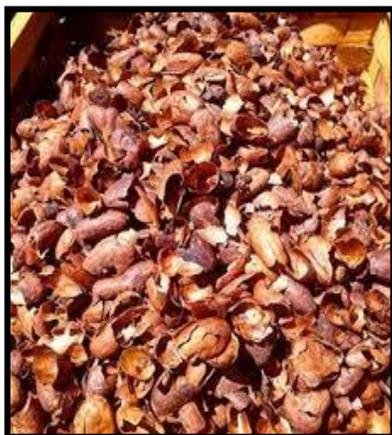
Los materiales que se utilizaron para este proyecto de investigación fueron:

- Cascarilla de cacao
- Barro ordinario
- Tiras de madera reciclada de laurel de pallets

Los equipos y herramientas que fueron necesarios:

- Carretilla
- Pesa
- Pala
- Taladro
- Clavos
- Bailejo
- Tornillos.

*Cascarilla*



*Barro*



*Gráfico 42: Materia prima para la fabricación de los ladrillos.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

En el proceso de elaboración de los ladrillos a base de cascarilla de cacao y barro se procedió a la utilización de un tipo barro ordinario, ya que es el más apto y adecuado según los lineamientos con los que se ha venido trabajando durante la investigación, esto luego procede a ser mezclado con agua corriente y finalmente se añade la cascarilla del cacao.

También se utilizó tiras de madera reciclada de laurel obtenidas de pallets que han sido desechados y clavos sin cabeza de 12 mm para la fabricación de los moldes para la elaboración de los ladrillos.

#### 4.2.1.2. Elaboración de moldes.

1. El primer paso para hacer los moldes fue desarmar el pallet manualmente sacando uno a uno los clavos y tornillos para posteriormente poder extraer las tiras de madera.



*Gráfico 43: Pallets de madera.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*



*Gráfico 44: Destornillamiento del pallet.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

2. Se retiró los clavos mediante un martillo, y los tornillos con un destornillador casero.



*Gráfico 45: Extracción de clavos del pallet  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

3. Como resultado final se obtuvo las tiras de madera de laurel con las cuales se procedió a realizar el diseño y la elaboración de los moldes para la fabricación de los ladrillos a base de cascarilla de cacao y barro.

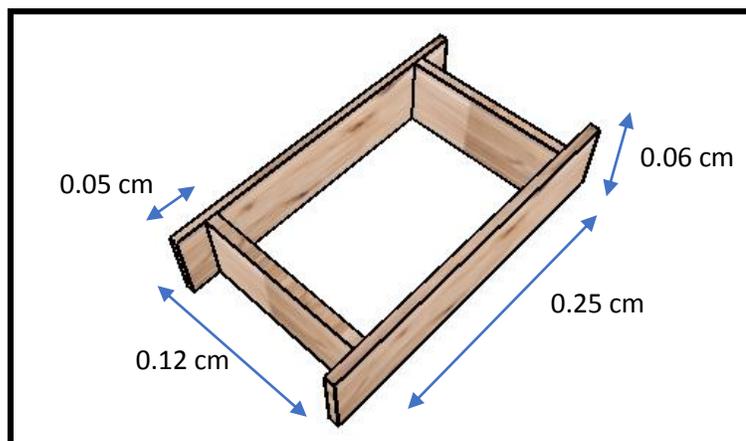
## Molde uno.

1. Realización del diseño del molde uno para la fabricación de ladrillo a base de cascarilla de cacao y barro.



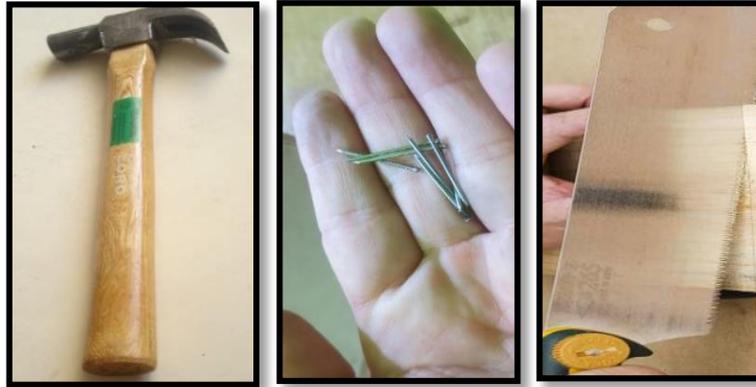
*Gráfico 46: Diseño del molde uno.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

2. El modelo del molde uno tiene 35 x 15 cm. que están distribuidos de la siguiente manera:



*Gráfico 47: Medidas del molde uno.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

3. Los materiales a utilizar para la elaboración del molde uno para la elaboración del ladrillo a base de cacao y barro son los siguientes: martillo, clavos sin cabeza de 12 mm de grosor y un serrucho japonés.



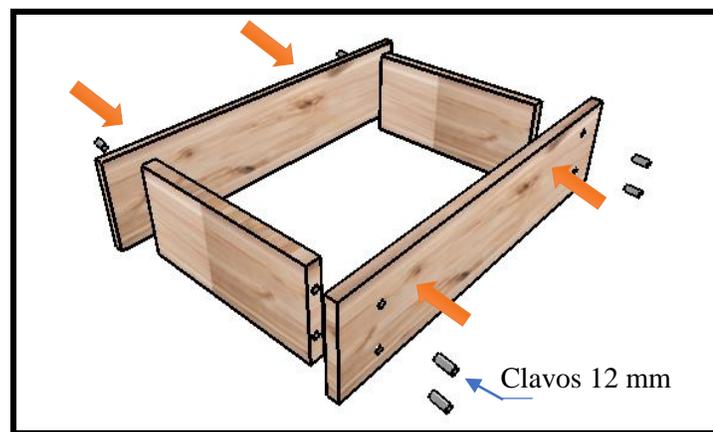
*Martillo*

*Clavos sin cabeza de 12 mm*

*Serrucho japonés*

*Gráfico 48: Materiales para elaboración del molde uno  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

4. Armado del molde uno con las tablas de madera de laurel recicladas y los clavos de 12 mm.



*Gráfico 49: Armado del molde uno.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

5. Cortar los pedazos del tablón de madera en base a las medidas del diseño con serrucho japonés.



*Gráfico 50: Molde uno. Corte de madera con serrucho japonés.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

6. Unir los pedazos de tablas con clavos sin cabeza de 12 mm de grosor con ligeros golpes con martillo.



*Gráfico 51: Molde uno. Unión de tablas con clavos.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

7. El resultado final de la elaboración del Molde uno para la fabricación de ladrillo a base de cascarilla de cacao y barro.



*Gráfico 52: Resultado final de proceso de elaboración del Molde uno.*

*Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

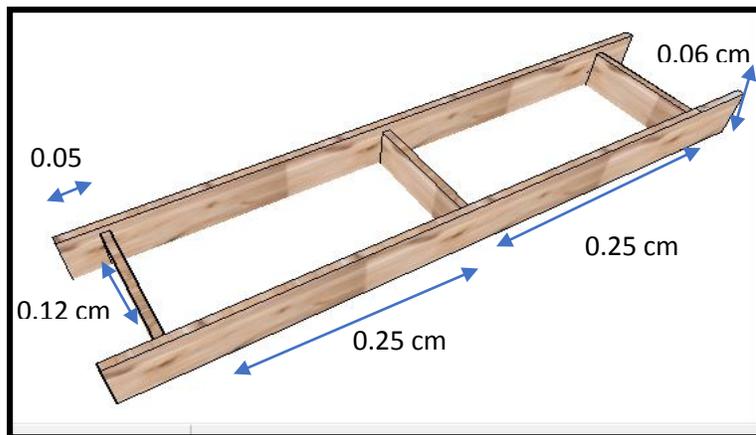
## Molde dos.

1. Realización del diseño del molde dos para la fabricación de ladrillo a base de cascarilla de cacao y barro.



*Gráfico 53: Diseño del molde dos.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

2. El modelo del molde dos tiene 60 x 15 cm. que están distribuidos de la siguiente manera:



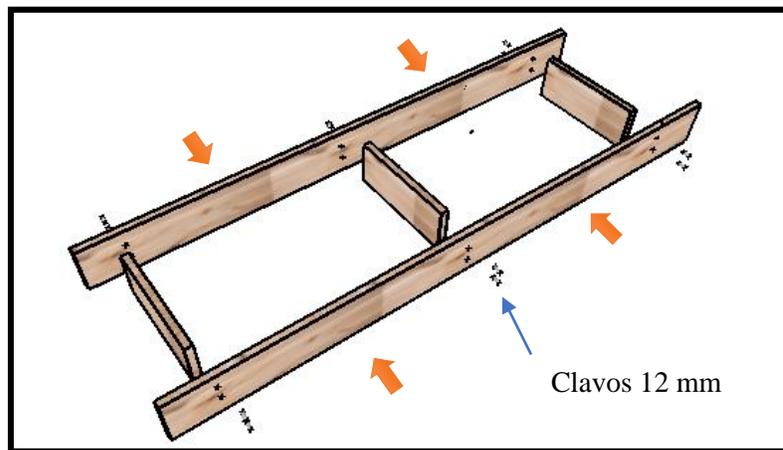
*Gráfico 54: Medidas del molde dos  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

3. Los materiales a utilizar para la elaboración del molde dos para la elaboración del ladrillo a base de cacao y barro son los siguientes:



*Gráfico 55: Materiales para elaboración del molde dos  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

4. Armado del molde dos con las tablas de madera laurel recicladas y clavos de 12 mm.



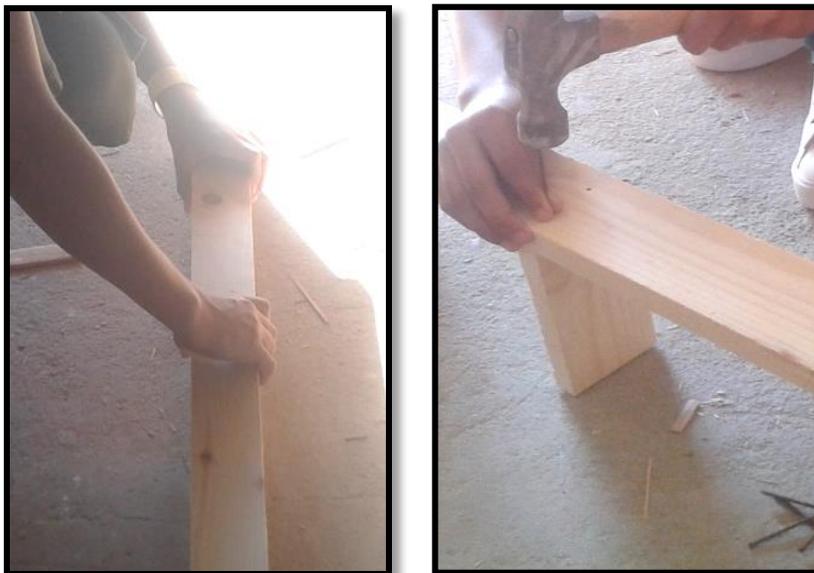
*Gráfico 56: Armado del molde dos.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

5. Cortar los pedazos del tablón de madera en base a las medidas del diseño con serrucho japonés.



*Gráfico 57: Molde dos. Corte de madera con serrucho japonés  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

6. Unir los pedazos de tablas con clavos sin cabeza de 12 mm de grosor con ligeros golpes con martillo.



*Gráfico 58: Molde dos. Unión de tablas con clavos.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

7. El resultado final de la elaboración del Molde dos para la fabricación de ladrillo a base de cascarilla de cacao y barro.



*Gráfico 59: Resultado final de proceso de elaboración del Molde dos.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

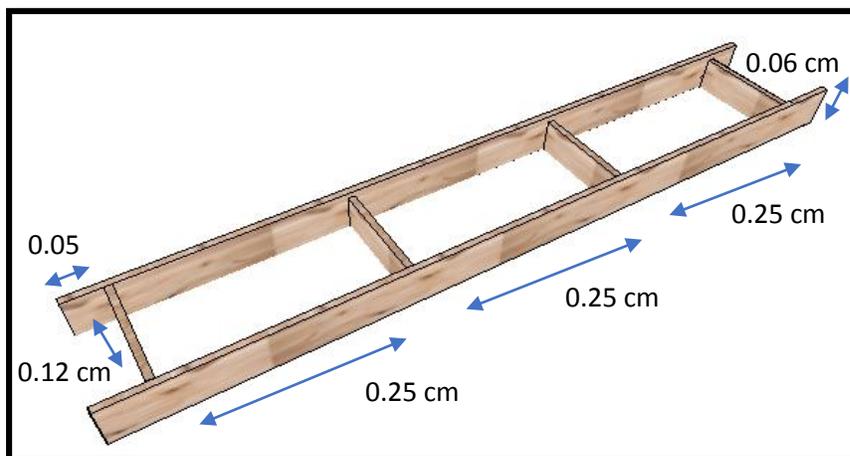
## Molde tres.

1. Realización del diseño del molde tres para la fabricación de ladrillo a base de cascarilla de cacao y barro.



*Gráfico 60: Diseño del molde tres.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

2. El modelo del molde tres tiene 85 x 15 cm. que están distribuidos de la siguiente manera:



*Gráfico 61: Medidas del molde tres.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

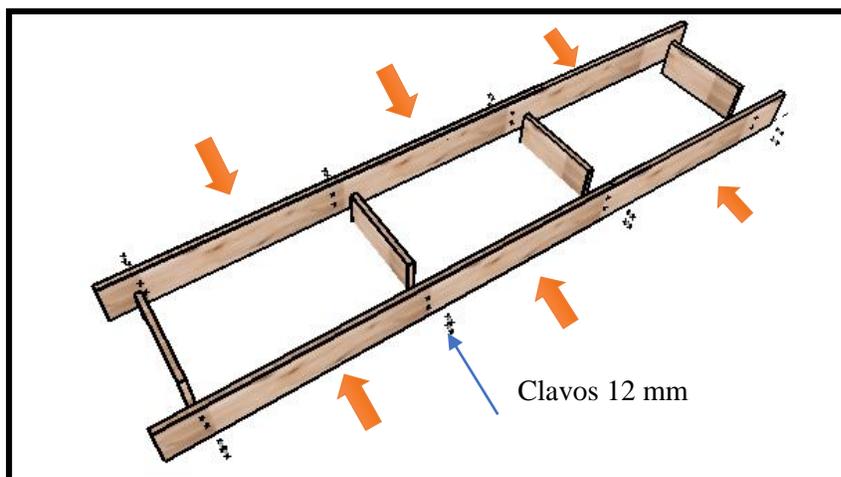
3. Los materiales a utilizar para la elaboración del molde tres para la elaboración del ladrillo a base de cacao y barro son los siguientes:



*Martillo      Clavos sin cabeza de 12 mm      Serrucho japonés*

*Gráfico 62: Materiales para elaboración del molde tres  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

4. Armado del molde tres con las tablas de madera de laurel recicladas y los clavos de 12 mm.



*Gráfico 63: Armado del molde tres.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

5. Cortar los pedazos del tablón de madera en base a las medidas del diseño con serrucho japonés.



*Gráfico 64: Molde tres. Corte de madera con serrucho japonés.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

6. Unir los pedazos de tablas con clavos sin cabeza de 12 mm de grosor con ligeros golpes con martillo.



*Gráfico 65: Molde tres. Unión de tablas con clavos  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

7. El resultado final de la elaboración del Molde tres para la fabricación de ladrillo a base de cascarilla de cacao y barro.



*Gráfico 66: Resultado final de proceso de elaboración Molde tres  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

### 4.3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.

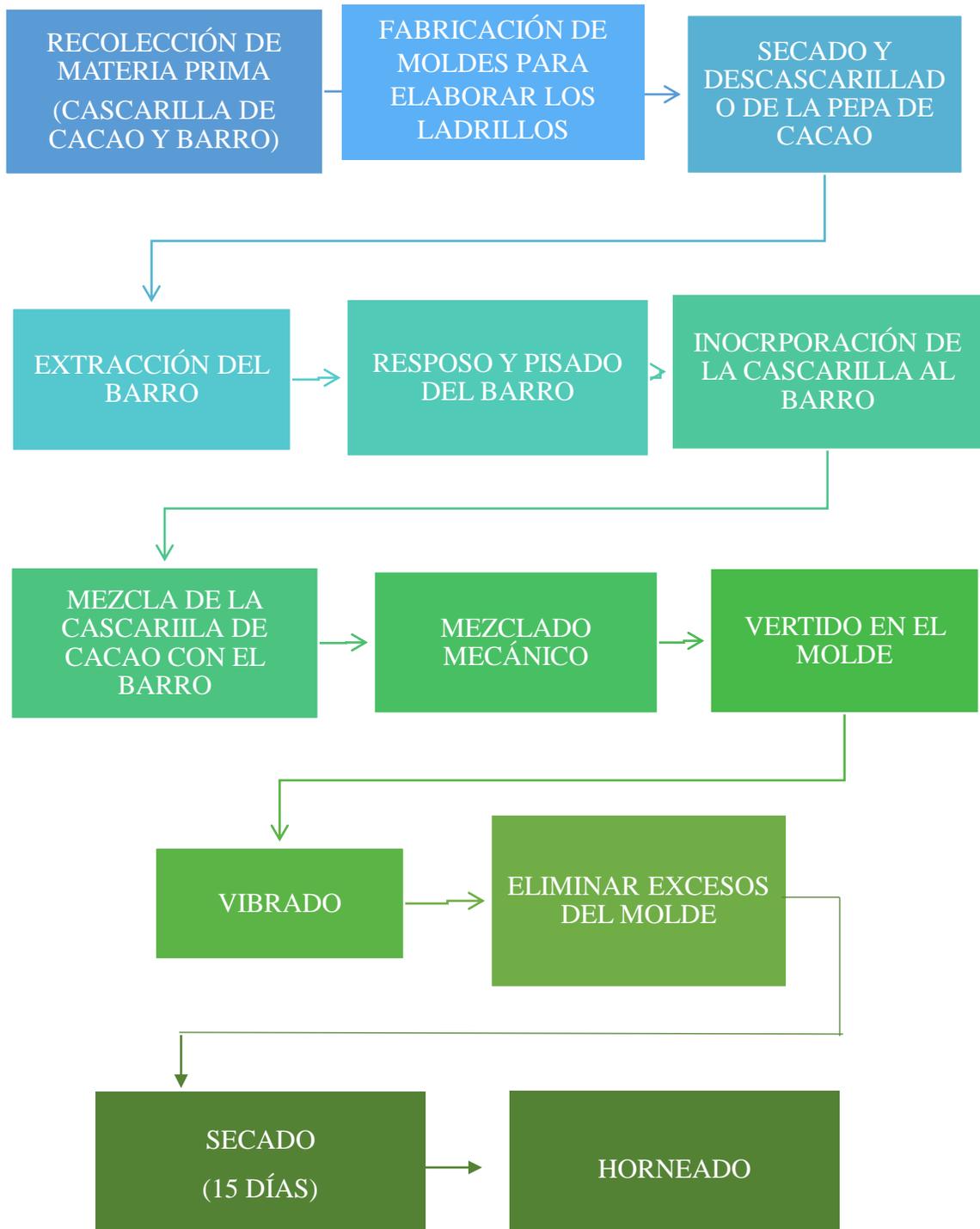


Gráfico 67: Diagrama de flujo de proceso.

Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri

#### **4.4. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS.**

##### **4.4.1. Recolección de la materia prima.**

Para empezar la elaboración del ladrillo se procedió en primer lugar al proceso de selección de las materias primas a utilizar que serían la cascarilla del cacao y el barro.

##### **4.4.2. Selección de la cascarilla del cacao.**



*Gráfico 68: Secado de la pepa del cacao  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

La cascarilla es obtenida a partir del secado de las pepas de cacao, que tiene como fin eliminar un gran porcentaje de humedad del grano hasta aproximadamente un 7%, y así poder evitar el ataque de agentes patógenos que dañan la calidad del grano, este se puede realizar de dos maneras: se lo puede secar de manera natural exponiéndolo al calor del sol y a los rayos solares, o se la puede secar de manera artificial utilizando una

secadora a combustible, sin embargo este método no es muy recomendable, en el proyecto se utilizará el método de secado al sol.



*Gráfico 69: Descascarillado de la pepa del cacao.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*



*Gráfico 70: Recolección de la cascarilla  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

Después de realizar el proceso de secado de la pepa del cacao se procede al descascarillado, el cual consiste en quitar la cascara que se encarga de recubrir al grano de cacao. El resultado es un subproducto llamado cascarilla o cascajo del cacao, el cual daremos uso en este proyecto de investigación.

#### **4.3.1. Selección del agregado compuesto.**

El elemento de compactación para este trabajo de investigación es el barro, el cual hemos obtenido mediante excavación (cava) del suelo donde se encuentran arcillas rojizas y tierras vegetales negras. Al extraer este material del suelo se dejó en reposo para que pase por el proceso pudrición o llamado también meteorización.



*Gráfico 71: Proceso de extracción y producción del barro.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

Después de dejar pasar al barro por el proceso de extracción y meteorización se comienza con el amasado con agua para posteriormente añadir el material orgánicos en

este caso la cascarilla del cacao, la cual usaremos para evitar las roturas o grietas del ladrillo por el secado.

El barro está entre los agregados compuestos más utilizados, ya que forma una masa compacta que al ser mezclado con otro elemento ligante como lo es la cascarilla del cacao dará como resultado el ladrillo. Se realizarán tres pruebas de laboratorio.



*Gráfico 72: El barro como agregado compuesto.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

#### **4.5. EXPERIMENTACIÓN.**

Se realizaron tres pruebas, experimentando con diferentes cantidades de barro y cascarilla hasta obtener el resultado deseado, es decir un ladrillo con características apropiadas de funcionabilidad. El objetivo principal es lograr que este sea igual de apto y competitivo que los productos que se pueden encontrar actualmente en el mercado de la construcción a pesar de ser un producto elaborado de forma artesanal.

#### **4.5.1. Prueba número uno.**

##### **4.5.1.1. Procedimiento.**

Para realizar la primera prueba para la elaboración del ladrillo a base de cascarilla de cacao y barro se realizaron los siguientes procedimientos:

1. Al comenzar el proceso de elaboración del ladrillo se calculó el contenido de agregados, sustrayendo la cantidad agua del volumen unitario. Se determinó la utilización de 1.5 kg de barro y 2 kg de cascarilla para la elaboración del primer prototipo de ladrillo.

2. Seguido de una mezcla de barro a la que se le agregó agua y se unió logrando una consistencia espesa.



*Gráfico 73: Amasado mecánico del barro.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

3. Se agregó la cascarilla de cacao al barro a dicha mezcla.



*Gráfico 74: Agregado de la cascarilla al barro.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

4. Una vez obtenida la mezcla, se amasó la cascarilla del cacao con el barro manualmente por varios minutos.



*Gráfico 75: Mezcla de la cascarilla de cacao con el barro.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

5. Teniendo el molde se lo remoja en una mesa ladrillera, este efecto logra que el resbale la mezcla fácilmente.



*Gráfico 76: Remojo del molde en la mesa ladrillera.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

6. Luego se vertió la masa y se retiraron los excedentes, sacudiendo el molde para que no quedaran espacios sin mezcla.



*Gráfico 77: Vertido de la mezcla en el molde retirando excedentes.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

7. Retirado del molde, logrando que la mezcla resbale fácilmente y quedando el ladrillo totalmente liso.



*Gráfico 78: Retirado del molde.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

8. Los ladrillos obtenidos se expusieron al sol por 15 días.



*Gráfico 79: Secado al sol del ladrillo.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

9. Fueron volteados cada cierto tiempo, de tres a cinco días, esto se empleó para que todas las caras de los ladrillos tengan exposición al sol.



*Gráfico 80: Secado al sol de todas las caras del ladrillo.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

10. Una vez que se logró tener un ladrillo seco y denso, fue llevado al horno artesanal de 850° por cinco días.



*Gráfico 81: Cocción del ladrillo en el horno.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

#### **4.5.1.2. Resultado.**

Después del proceso de elaboración por cinco días, los ladrillos quedaron quemados lateralmente, eso sucedió por la exposición de muchos días al horno.



*Gráfico 82: Resultado final.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

#### **4.5.2. Prueba número dos.**

##### **4.5.2.1. Procedimiento.**

Para realizar la segunda prueba para la elaboración del ladrillo a base de cascarilla de cacao y barro se realizaron los siguientes procedimientos:

1. Para comenzar el proceso de elaboración del ladrillo se calculó el contenido de agregados, sustrayendo la cantidad agua del volumen unitario. Se determinó la utilización de 0.75 kg de barro y 3 kg de cascarilla para la elaboración del segundo prototipo de ladrillo.

2. A continuación para realizar la mezcla, agregó agua al barro y se lo amasó con las manos.



*Gráfico 83: Amasado mecánico del barro  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

3. Adicional a esto agregar la cascarilla de cacao al barro.



*Gráfico 84: Agregado de la cascarilla al barro  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

4. Amasar la mezcla de la cascarilla del cacao con el barro manualmente logrando una masa maciza.



*Gráfico 85: Mezcla de la cascarilla de cacao con el barro.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

5. Remojado del molde en la mesa ladrillera.



*Gráfico 86: Remojo del molde en la mesa ladrillera  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

6. Verter la masa de la mezcla sacando los excedentes, agitando el molde para que no quedaran espacios sin mezcla.



*Gráfico 87: Vertido de la mezcla en el molde retirando excedentes  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

7. Retirado del molde.



*Gráfico 88: Retirado del molde  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

8. Dejar secar los ladrillos al sol durante 15 días.



*Gráfico 89: Secado al sol del ladrillo*  
*Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

9. Ir volteando el ladrillo para que se seque uniformemente de todos los lados.



*Gráfico 90: Secado al sol de todas las caras del ladrillo*  
*Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

10. Colocación de los ladrillos al horno a cocer en un horno a 850° durante 3 días.



*Gráfico 91: Cocción del ladrillo en el horno  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

#### **4.5.1.2. Resultado.**

Una vez terminado este proceso de elaboración donde el ladrillo estuvo expuesto por tres días al horno, se obtuvo un ladrillo bastante liviano por la cantidad exagerada de cascarilla, dando así un resultado agrietado, poco resistente pero apto para uso básico como jardineras o muros de hasta 0.60 cm de alto.



*Gráfico 92: Resultado final  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

### 4.5.3. Prueba número tres.

#### 4.5.3.1. Procedimiento.

Para realizar la tercera y última prueba para la elaboración del ladrillo a base de cascarilla de cacao y barro se realizaron los siguientes procedimientos:

1. Comenzar el proceso de elaboración del ladrillo calculando el contenido de agregados, y tomando en cuenta las cantidades usadas en las pruebas uno y dos, sustrayendo la cantidad agua del volumen unitario. Se determinó la utilización de 2.5 kg de barro y 2 kg de cascarilla para la elaboración del tercer prototipo de ladrillo.

2. Al realizar la mezcla agregar agua al barro y amasarlo con las manos.



*Gráfico 93: Amasado mecánico del barro  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

3. Agregado de la cascarilla de cacao al barro.



*Gráfico 94: Agregado de la cascarilla al barro  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

4. Unir estos materiales, mezclándolos por varios minutos manualmente para ligar los elementos obteniendo una masa densa.



*Gráfico 95: Mezcla de la cascarilla de cacao con el barro  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

5. Siguiendo con los pasos básicos y necesarios, se remojo el molde en la mesa ladrillera.



*Gráfico 96: Remojo del molde en la mesa ladrillera.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

6. Luego se vació la mezcla en su espacio, agitando el molde y retirando los excesos.



*Gráfico 97: Vertido de la mezcla en el molde retirando excedentes  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

7. Retirado del molde.



*Gráfico 98: Retirado del molde*  
*Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

8. Dejar secar los ladrillos al sol durante 15 días.



*Gráfico 99: Secado al sol del ladrillo*  
*Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

9. Durante los 15 días se fueron girando los ladrillos por todas sus caras y laterales para lograr un secado uniforme.



*Gráfico 100: Secado al sol de todas las caras del ladrillo  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

10. Poner los ladrillos a cocer en un horno a 850° durante 3 días.



*Gráfico 101: Cocción del ladrillo en el horno.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

#### 4.5.3.2. Resultado.

Una vez terminado el proceso se obtiene un ladrillo en óptimas condiciones en cuanto a peso y composición, demostrando mejores resultados que los otros ladrillos.



*Gráfico 102: Muestra 1  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

## **4.6. ENSAYOS DE LABORATORIO.**

### **4.6.1. Determinación de la resistencia física y mecánica.**

- Área del ladrillo 162,50 cm.
- Peso de los ladrillos en Kilogramos.
- Lectura dial en Kg/Kn ( $K_n = 101,97 \text{ Kg}$ ).

### **4.6.2. Ensayo.**

Se presentan los resultados obtenidos del laboratorio en esta investigación durante sus pruebas en tres muestras puestas a prueba en un periodo de 12 días.

### **4.6.3. Muestras.**

#### **Muestra uno.**



*Gráfico 103: Muestra 1*

*Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

**Muestra 2.**



*Gráfico 104: Muestra 2.  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

**Muestra 3.**



*Gráfico 105: Muestra 3  
Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)*

#### 4.6.4. Resultados.

##### a. Resistencia.

De acuerdo con las pruebas de resistencia realizadas en el laboratorio de Suelos, Hormigones y Asfaltos del Ing. Orlando Mora en la ciudad de Portoviejo. Utilizando una prensa hidráulica arrojaron los siguientes resultados: que la carga unitaria en kg/cm<sup>2</sup> de las 3 muestras de ladrillos es la siguiente:

Tabla 13: Resistencia de los ladrillos.

RESISTENCIA DE LOS PROTOTIPOS DE LADRILLOS		
	Descripción	Carga Unitaria Kg/cm <sup>2</sup>
1	Pruebas prototipo uno a la compresión de la mezcla de 20% de barro y 80% de cascarilla de cacao.	5
2	Pruebas prototipo dos a la compresión de la mezcla de 40% de barro y 60% de cascarilla de cacao (quemado).	20
3	Pruebas prototipo tres a la compresión de la mezcla de 60% de barro y 40% de cascarilla de cacao.	37

Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)

##### b. Características físicas.

Los ladrillos de cascarilla de cacao y barro poseen dimensiones de largo, ancho y altura. El área total de los ladrillos es de 162,50 cm., de largo tiene 25 cm., de ancho 12 cm. y 6 cm. altura. La medida es igual a la de los ladrillos tradicionales que también tienen 25 cm. x 12 cm x 6 cm.

##### c. Acabado.

El acabado de los ladrillos es de tipo rústico. Los ladrillos no están libres de no tener algún tipo de fisura o defectos que le disminuyan resistencia, por lo cual se sugiere usar los que no tengan imperfecciones como las mencionadas fisuras u otros desperfectos de fabricación. Si alguno de los ladrillos presenta estas clases de defectos, este queda desechado por no cumplir con la finalidad para lo que fue elaborado. Es de vital importancia ofrecer al mercado un producto resistente y de calidad.

#### **d. Peso.**

El peso de los ladrillos de cascarilla de cacao y barro oscila entre los 1, 27kg. (el más liviano) y 2,72 kg. (el más pesado y resistente), los cuales son muy similares al peso de otros ladrillos tradicionales que hay en el mercado y estos son usados con la misma función como la construcción de paredes exteriores, interiores y pozos sépticos.

#### **Colocación de ladrillo.**

La colocación apropiada de los ladrillos es la siguiente: Primero se los debe sumergir uno a uno en agua para empaparlos, ya que los ladrillos cuando están secos absorben el agua que hay en la mezcla del mortero, lo que como consecuencia puede causar fragilidad en la construcción, luego se van colocando los ladrillos en un extremo aplicando una capa de mortero hecho a base cemento y arena con una paleta, para que esta sea untuosa y bastante flexible. Se debe colocar abundante mortero por lo que el ladrillo se coloca uno encima de otro directamente.

Para que la colocación de las hileras de ladrillos tenga una correcta alineación se puede usar un cordel atado sobre dos postes de hierro, que son colocados en cada extremo

a medida que se va elevando el muro, una vez que ya se hayan montado algunas hileras, se procede a verificar con ayuda de una plomada y finalmente se deja secar a la intemperie.

#### 4.7. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL LADRILLO COMÚN Y EL LADRILLO DE CASCARILLA DE CACAO Y BARRO.

Tabla 14: Comparación de ladrillo común con el de cascarilla de cacao y barro.

<b>ANALISIS COMPARATIVO</b>		
	<b>LADRILLO COMÚN</b>	<b>LADRILLO CASCARILLA DE CACAO Y BARRO</b>
		
<b>DMENSIONES</b>	<b>28 x 14 x 6</b>	<b>25 x 12 x 6</b>
<b>PESO</b>	<b>2,20 kg</b>	<b>1,72 kg / 2,27 kg (2 a 6 libras)</b>
<b>PRECIO</b>	<b>0,24 ctvs. / u.</b>	<b>0,17 ctvs. / u.</b>
<b>MATERIALES</b>	<b>Partículas de aluminio, caolín y la illita.</b>	<b>Cascarilla de cacao.</b>
<b>DIAS DE PRODUCCION</b>	<b>26 días.</b>	<b>18 días.</b>
<b>AISLAMIENTO TERMICO</b>	<b>Si.</b>	<b>Si.</b>
<b>MODO DE USO</b>	<b>Construcción de paredes interiores, exteriores, pozos sépticos.</b>	<b>Construcción de paredes interiores, exteriores, pozos sépticos.</b>
<b>RESISTENCIA</b>	<b>Agua, fuego,</b>	<b>Agua, fuego, compresión</b>

Elaborado por: Figueroa Maldonado T, Pérez Viteri T; (2018)

#### **4.8. CONCLUSIONES.**

Como consecuencia de lo expuesto en el proyecto, la fabricación de un prototipo de ladrillo en base de cascarilla de cacao y barro para el Cantón Bucay, con el objetivo logrado.

Se definió la materia prima a usar obteniéndola directamente de una Finca San Pedro en la zona Cacaotera de Bucay, como es la cascarilla de cacao que luego de su proceso de corte del cacao, se consigue la semilla con una baba que tiene q ser expuesta al sol para su respectivo secado y así se obtiene la cascarilla de esta semilla que es pelada. Tomando en cuenta el tiempo que esto tarde por todo el proceso que requiere, se realizaron varios viajes para trasladar un saco de aproximadamente 40 kg de esta cascarilla de cacao hacia el lugar para realizar los ladrillos.

El barro que se obtuvo de las riberas del Rio ubicado en el mismo cantón Bucay, fue extraído de manera artesanal, trabajadores del sector cavan una profundidad de 1 metro y a veces 2 metros hasta encontrar la arcilla adecuada que se emplean para varios tipos de trabajos y que en la zona es muy pedido.

Basado en las pruebas realizadas mediante varios prototipos de ladrillos inicialmente hasta el presente, se puede evidenciar que los materiales reciclados como la cascarilla del cacao pueden ser integrados en la fabricación de elementos de construcción.

Se procedió a definir la materia prima a usar, en este proyecto fue la cascarilla de cacao y barro natural, realizando la mezcla y vertiéndola hasta lograr la consistencia

probando diferentes dosificaciones tanto de la cascarilla como el barro, es por eso que obtuvieron tres muestras que fueron sometidas a pruebas mecánicas y físicas mediante una prensa hidráulica.

La primera muestra se trabajó con un 80% de cascarilla de cacao y 20% de barro natural obteniendo una carga unitaria de  $5\text{kg}/\text{cm}^2$ , es decir el ladrillo estaría apto para mamposterías internas de una planta, ya que este es liviano. En la segunda muestra pese a su condición se trabajó con el 40% de barro y 60% de cascarilla de cacao con una carga unitaria de  $20\text{kg}/\text{cm}^2$ , este ladrillo puede ser usado en espacios exteriores como jardinería, etc. Y por último tomamos la tercera muestra con el 60% de barro y 40% de cascarilla de cacao dando como resultado  $37\text{kg}/\text{cm}^2$  de carga unitaria, siendo el ladrillo más resistente de las tres muestras, el cual puede ser utilizado en diferentes tipos de mampostería sean estas interiores, exteriores y pozos sépticos.

Como resultado final se logró un ladrillo sustentable - sostenible que cuenta con condiciones y características fundamentales como la resistencia, bajo costo y reducción del impacto ambiental. Su costo es de US \$0.17 centavos.

Por sus características, especificaciones técnicas y costos podemos utilizar estos ladrillos a base de cáscara de cacao y barro en la construcción y dentro del diseño interior en la elaboración de paredes, mesones, revestimientos de columnas, barbacoas, jardines, pisos, muros perimetrales entre otras. Porque son livianos, su tamaño es similar a los ladrillos comunes y son de menor costo. Es impermeable al agua, su textura es lisa y homogénea, es capaz de soportar el fuego, uso del mortero.

## **4.9 RECOMENDACIONES.**

Como recomendaciones generales se debe impedir el contacto directo del ladrillo con el terreno en las zonas de acopio, para evitar la contaminación con sales solubles.

Con objeto de obtener la máxima uniformidad de tono, los ladrillos se deben tomar de varios paquetes simultáneamente, haciendo el desapilado de cada paquete de forma escalonada para conseguir la mezcla de las distintas capas.

- Deben humedecerse antes de su colocación con el fin de evitar la deshidratación del mortero. El grado de humectación será función de dicha característica del ladrillo.
- Durante la ejecución de la obra de fábrica, deberá protegerse la parte superior de los parámetros para resguardarlos del agua de lluvia.
- Desde la ejecución de un muro hasta el enfoscado de su cara interior, debe transcurrir un periodo de tiempo no inferior a 48 horas, con objeto de interrumpir la continuidad capilar, evitando así posibles eflorescencias procedentes del mortero del enfoscado.
- En ambientes interiores se recomienda barnizarlos, o pintarlos según el diseño interior y el efecto que se quiera lograr.
- Deben humedecerse antes de su colocación con el fin de evitar la deshidratación del mortero.
- Cuando construimos jardineras, deben impermeabilizarse correctamente por su cara posterior para que no se llene de hongos.

- Por su bajo costo se pueden utilizar en la construcción de viviendas de interés social, crean una barrera protectora ante un incendio, soportan la humedad no son contaminantes con el medio ambiente por la materia prima utilizada.
- Se sugiere cuando se compra ladrillos conocer sus propiedades y los materiales que lo forman para conocer si estamos contaminando o no el medio ambiente.

## 4.10. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, H. (2017). Guía de buenas prácticas poscosecha de cacao. Honduras.
- Albano, L. (2014). *Reutilización de residuos plásticos para la fabricación de Ecoladrillos*. Carabobo, Venezuela.
- Arce, D. P. (2012). *Caracterización de los Ladrillos Históricos*. Madrid.
- Arce, D. P. (2012). Caracterización de los Ladrillos Históricos. Madrid.
- Arce, Paula;. (2012). *Caracterización de ladrillos históricos*. Madrid, España: Bibliografía.
- Arcentales, E. (2015). Guía Técnica El cultivo del cacao.
- Arqhys, R. (2012). *Elementos Visuales* .
- Banucci. (2009). En *El ladrillo, orígenes y desarrollo* (pág. Pag. 3). Argentina.
- Banucci. (2009). *EL LADRILLO ORIGENES Y DESARROLLO*. Argentina.
- Banucci. (2014). En *El ladrillo, orígenes y desarrollo* (pág. Pag. 3). Argentina.
- Batista, L. (2009). Guía Técnica El cultivo del cacao.
- Bianucci, A. M. (2009). El Ladrillo, Orígenes y Desarrollo.
- Boardman, A. E. (2004). *Journal of Strategic Management Education*.
- Caballer, M. A. (2015). Taller de reciclaje.
- Cabo, M. (2011). *Ladrillo ecológico con material sostenible para la construcción*. Navarra.
- Cabo, M. (2011). *Ladrillo ecológico con material sostenible para la construcción*. Navarra.
- Carter, C. R. (2018). *A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory*.
- Construmatica. (2018). Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción.
- Córdova, P. J. (2017). Análisis del inventario del ciclo de vida del ladrillo utilizado en la ciudad de Cuenca: aspectos energéticos, medio ambientales, sociales, económicos y culturales. . Cuenca - Ecuador.
- Cueva, M. C. (2015). Enfermedades del cacao. Machala, Ecuador.
- Ellmeier, M. (2016). *Guía técnica para Promotores Agroforestales*. Nicaragua.
- Estilo. (2016 ). *The National Council for Interior Design Qualification*. Buenos Aires.
- Galarza, M. G. (2011). Teoría del Color.
- Gomez, F. (2015). Materiales de Construcción. *El Constructor*.

- González, M. (2016). *Historia del Barro*.
- Group, C. (2018). *Piedra Natural* . Pontevedra.
- Gruppe, H. (2015). *Eficiencia Energetica* .
- Jaramillo, C. (2014). *El punto en la arquitectura*. Quito - Ecuador.
- Labois, É. (2017). *Cerámica* . España.
- Linarez, C. (2014). *Elaboracion de ladrillos ecologicos a partir de residuos agricolas*. Iquitos.
- López, A. D. (2010). Principios de arquitectura sustentable y la vivienda de interés social. Baja California, Mexico.
- López, A. D. (2010). Principios de arquitectura sustentable y la vivienda de interés social. Baja California, Mexico.
- López, D. P. (2012). *Caracterización de los Ladrillos Históricos*. Madrid.
- Ocmin, C. H. (2014). *Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de residuos agrícolas (Cáscara y Ceniza de arroz), como material sostenible para la construcción*. Iquitos - Perú.
- Orrala, J. R. (2017). *Comportamiento productivo en nueve genotipos de cacao en el quinto año de producción en el centro de producción y pacticas en Manglaralto de la UPSE*. Liberta, Santa Elena - Ecuador.
- Ortiz, M. M. (2016). *Uso de reciduos cerámicos en la producción de ladrillos de arcilla cocidos del sector alfarero*. Argentina.
- Pangol, F. A. (2014). *Análisis y determinación de los costos de la explotación, procesamiento, acabado y comercialización de ladrillo y teja de los diferentes talleres de la parroquia rural de Sinincay, cantón Cuenca Año 2014*. Cuenca - Ecuador.
- Porto, J. P. (2014). *Definiciones de planos*.
- Prado. (2016 ). *GrupoBsv*. Lomas de Chapultepec.
- Quezada, L. R. (2016). *Optimización de las mezclas para la fabricación de ladrillos artesanales en la región de Malacatos*. Loja - Ecuador.
- Quim, I. M. (2014). *Aspectos e Impactos Ambientales*.
- Ramírez, O. A. (2016). *Aprovechamiento de la cascara de mazorca de cacao En la elaboración de carbono activo* . Bucaramanga.
- Reynolds, M. (2014). *25 Libros sobre construccion natural*.
- Ruiz, R. (2014).
- Salgado, A. F. (2015). *Arquitectura Sustentable, Arquitectura Conciente*.
- Sustentarq. (2016). *Arquitectura sustentable, sostenible, verde, bio*. Argentina.
- Tamayo y Tamayo, J. (2013). *Metodologia de la investigacion*.

Tolozano, M. (2015, Diciembre). *Repositorio UG*. Obtenido de Repositorio UG:  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11464/1/PDF%20TESIS%20DE%20MARTHA%20TOLOZANO%20-%20copia%20%282%29.pdf>

UNID, U. I. (2013). *Teoría del Diseño*.

Villanueva, C. M. (2013). *El cultivo de cacao, opción sustentable para la selva*. Perú.

Villanueva, C. M. (2015). *El cultivo de cacao, opción sustentable para la selva*. Perú.

Wong, W. (2015). *Fundamentos del Diseño* Wicius Wong.

Wong, W. (2016). *Fundamentos del Diseño*.

# **ANEXOS**

**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE DISEÑO DE INTERIORES**

1. ¿Considera usted que los desechos de la cascarilla del cacao contaminan el medio ambiente?

( )	( )	( )	( )	( )
<b>Totalmente de acuerdo</b>	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

2. ¿Considera usted que es posible trabajar con la cascarilla de cacao y barro en el área de la construcción?

( )	( )	( )	( )	( )
<b>Totalmente de acuerdo</b>	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

3. ¿Considera usted tener la posibilidad de fabricar un ladrillo a base de cascarilla de cacao y barro?

( )	( )	( )	( )	( )
<b>Totalmente de acuerdo</b>	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

4. ¿Considera usted que estos ladrillos a base de cascarilla de cacao y barro le ayudarían como un rubro económico adicional?

( )	( )	( )	( )	( )
<b>Totalmente de acuerdo</b>	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

5. En su opinión ¿Cree que es sencillo fabricar ladrillos a base de cascarilla de cacao y barro?

( )	( )	( )	( )	( )
<b>Totalmente de acuerdo</b>	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

6. ¿Cree usted que necesita más información acerca de la elaboración de la elaboración de ladrillos a base de cascarilla de cacao y barro?

( )	( )	( )	( )	( )
<b>Totalmente de acuerdo</b>	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

7.- ¿Considera usted que se puede aplicar la elaboración de la elaboración de ladrillos a base de cascarilla de cacao y barro en diferentes ambientes?

( )	( )	( )	( )	( )
<b>Totalmente de acuerdo</b>	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

**Sugerencias y comentarios:**

## GLOSARIO

**Prototipo.** - Primer ejemplar que se fabrica de una figura, un invento u otra cosa, y que sirve de modelo para fabricar otras iguales, o molde original con el que se fabrica.

**Inflamabilidad.** - Cualidad de inflamable.

**Accesible.** - Que tiene un buen acceso, que puede ser alcanzado o al que se puede llegar.

**Deterioro ambiental.** - Desintegración de la tierra a través del consumo de bienes.

**Lineamiento.** - es una tendencia, una dirección o un rasgo característico de algo.

**Autosustentable.** - Capacidad para generar recursos propios que permitan sostener actividades y darle continuidad en el tiempo, a un sistema.

**Factibilidad.** - se refiere a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señaladas.

**Sedimentos.** - Conjunto de partículas sólidas que queda depositado en el fondo del recipiente que contiene un líquido.

**Oreado.** - Dejar algo a la intemperie para que le dé el aire y lo seque o le quite el mal olor.

**Combustión.** - Reacción química que se produce entre el oxígeno y un material oxidable, que va acompañada de desprendimiento de energía y habitualmente se manifiesta por incandescencia o llama.

**Cocción.** - Operación que consiste en poner en un horno algún tipo de masa para que con la acción del calor pierda humedad y adquiera determinadas propiedades.

**Alfarería.** - Arte y técnica de fabricar objetos de barro cocido.

**Refractario.** - Que resiste la acción del fuego sin cambiar de estado ni destruirse.

**Chamota.** - Materiales cerámicos que han sido cocidos, molidos y reducidos a granos de varios grosores.

**Yacimiento.** - Una concentración significativa de materiales o elementos interesantes para alguna ciencia.

**Horqueta.** - Parte de un árbol donde se juntan el tronco y una rama gruesa formando un ángulo agudo.

**Ortotrópico.** - Sus propiedades mecánicas o térmicas son únicas e independientes en tres direcciones perpendiculares entre sí.

**Plagiotrópico.** - Tiene dos o tres ejes ortogonales entre sí, de doble simetría rotacional, de forma que sus propiedades mecánicas son, en general, diferentes en las direcciones de cada uno de esos ejes.

**Polinización.** - *Es* el proceso de transferencia del polen desde los estambres hasta el estigma o parte receptiva de las flores en las angiospermas.

**Follaje.** - Conjunto de hojas y ramas de árboles y plantas.

**Barrenador.** - Insecto del grupo de los barrenillos, de mayor tamaño (hasta 9 mm de longitud), que horada los troncos de los árboles y de algunas plantas, alimentándose de su savia y de los hongos que se crían en las galerías.

**Exudado.** - Líquido o sustancia que resulta de la exudación.

**Hojarasca.** - Conjunto de hojas secas caído de árboles y plantas y que cubre el suelo.



**ANEXO 1**

**Prototipo de ladrillos sometidos a pruebas de laboratorio**



**PROTOTIPO DE LADRILLO 1**



**PROTOTIPO DE LADRILLO 2**



**PROTOTIPO DE LADRILLO 3**

**ANEXO 2**

**Perspectivas en diferentes ambientes implementado el nuevo ladrillo.**

**Fachada.**



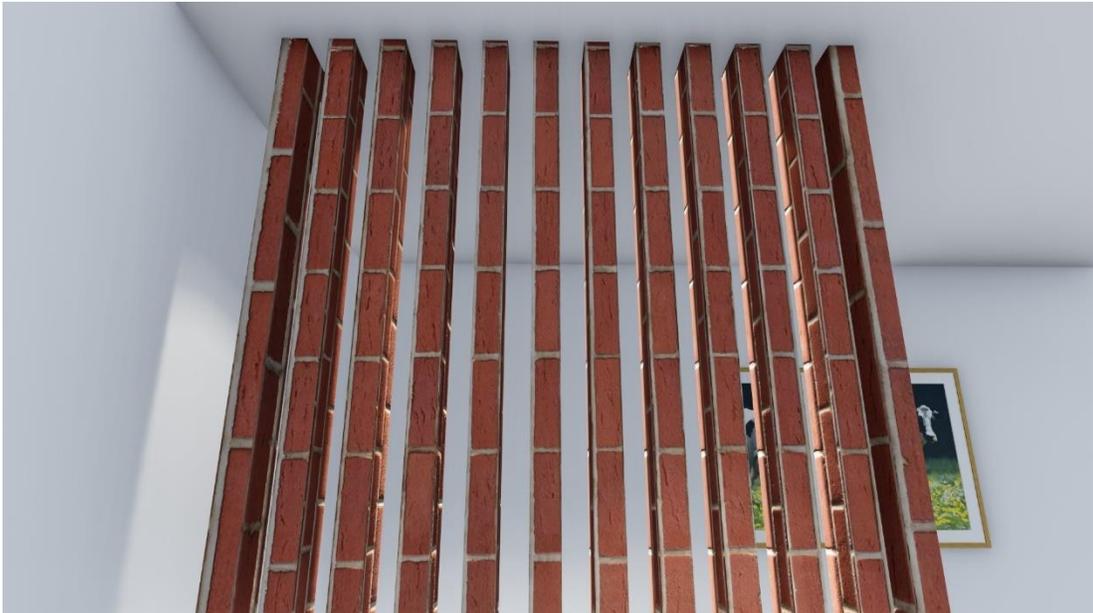


Sala de estar.





**Escritorio.**





**Cocina.**





**Dormitorio.**





**Baño.**





**Jardín.**



