



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“EVALUACIÓN DE LA FABRICACIÓN DE BIOLADRILLOS UTILIZANDO MATERIALES ALTERNATIVOS PLÁSTICO PET Y CASCARILLA DE ARROZ PARA DISMINUIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA MICROEMPRESA PILICITA EN EL CANTÓN SAQUISILI”

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial.

Autor:

Iza Toapanta Ángel Rubén

Tutor:

Ing. MSc Freddy Eduardo Quinchimbla Pisuña

Latacunga- Ecuador

Febrero -2019



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Iza Toapanta Ángel Rubén con cédula de ciudadanía 050365007-9, declaro ser autor del presente proyecto de investigación, **“EVALUACIÓN DE LA FABRICACIÓN DE BIOLADRILLOS UTILIZANDO MATERIALES ALTERNATIVOS PLÁSTICO PET Y CASCARILLA DE ARROZ PARA DISMINUIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA MICROEMPRESA PILICITA EN EL CANTÓN SAQUISILI”**, siendo Ing. Msc. Freddy Eduardo Quinchimbla Pisufña tutor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Iza Toapanta Ángel Rubén

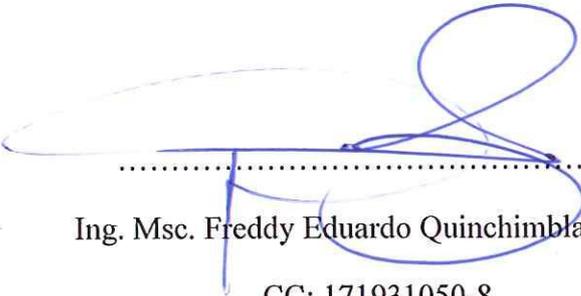
CC: 050365007-9



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: **“EVALUACIÓN DE LA FABRICACIÓN DE BIOLADRILLOS UTILIZANDO MATERIALES ALTERNATIVOS PLÁSTICO PET Y CASCARILLA DE ARROZ PARA DISMINUIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA MICROEMPRESA PILICITA EN EL CANTÓN SAQUISILI”** Yo, Iza Toapanta Ángel Rubén de la carrera **Ingeniería Industrial**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación del Proyecto al Consejo directivo de la Facultad de CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga a 24, de Enero de 2019



.....

Ing. Msc. Freddy Eduardo Quinchimbla Pisuña

CC: 171931050-8

Tutor del proyecto de Investigación

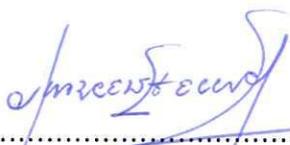


APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente trabajo de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante: Iza Toapanta Ángel Rubén con CC: 050365007-9, Con el título de proyecto de investigación: **“EVALUACIÓN DE LA FABRICACIÓN DE BIOLADRILLOS UTILIZANDO MATERIALES ALTERNATIVOS PLÁSTICO PET Y CASCARILLA DE ARROZ PARA DISMINUIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA MICROEMPRESA PILICITA EN EL CANTÓN SAQUISILÍ”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto. Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

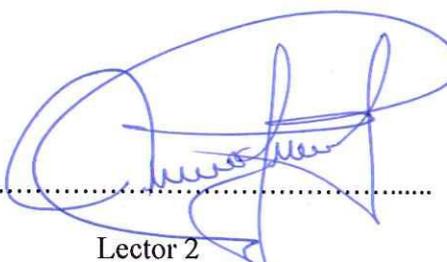
Latacunga, 07 de Febrero del 2019

Para constancia firman


.....
Lector 1

Ing. Mg. Marcelo Tello

CC: 050151855-9


.....
Lector 2

Ing. Msc Edison Salazar

CC: 050184317-1


.....
Lector 3

Ing. Msc Cristian Eugenio

CC: 172372747-3



MICROEMPRESA PILICITA

AVAL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

A petición de la parte interesada en calidad de Gerente General de la Microempresa Pilicita. Avalo que el señor: Ángel Rubén Iza Toapanta con cedula de ciudadanía: 050365007-9 ha desarrollado en nuestra microempresa su proyecto de investigación con el título: “EVALUACIÓN DE LA FABRICACIÓN DE BIOLADRILLOS UTILIZANDO MATERIALES ALTERNATIVOS PLÁSTICO PET Y CASCARILLA DE ARROZ PARA DISMINUIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA MICROEMPRESA PILICITA EN EL CANTÓN SAQUISILI” cumple con los requerimientos metodológicos y aportes que requiere la Microempresa para una mejora en su proceso productivo.

Es todo cuanto puedo mencionar en honor a la verdad el interesado puede hacer del presente aval de manera que estime convenientes siempre y cuando no perjudique a la microempresa.

Latacunga, 24 de Enero del 2019

.....

Sr Segundo Manuel Pilicita Caiza

CC: 050042406-4

Gerente de la Microempresa Pilicita

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por guiarme en el camino y darme las fuerzas y esperanza para seguir adelante y cumplir la meta.

A toda mi familia quienes son el pilar fundamental y mi mayor inspiración, que, a través de su amor, paciencia, buenos valores, ayudaron a trazar mi camino.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi la Carrera de Ingeniería Industrial por brindarme la oportunidad de formarme como profesional.

Al señor Segundo Pilicita por abrirme las puertas de su microempresa para realizar mi proyecto de investigación.

A mi tutor del Proyecto de Titulación, Ing. Msc Freddy Quinchimbla quien con su conocimiento brindado supo guiarme a lo largo de la investigación

Ángel Iza

DEDICATORIA

A mi Padre Dios, por haberme guiado e iluminado en el gran sendero del conocimiento, y darnos la salud y vida para cumplir nuestros sueños anhelados.

A mis queridos padres Ángel Iza (+) y Nancy Toapanta, a quienes el título les pertenece, por ser quienes con su amor, entrega, ejemplo y testimonio me enseñaron a conseguir lo que uno como meta se propone en la vida.

A mis queridas hermanas y hermano, quienes, con su cariño, preocupación y consejos siempre estuvieron para apoyarme moralmente y quienes fueron la fortaleza para llegar a cumplir una etapa más en mi vida.

Ángel Iza

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE LA AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY	xvi
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
4.1 Situación problemática	3
4.2 Formulación del problema	4
5. OBJETIVOS.....	4
6. TABLA DE ACTIVIDADES CON RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
7. FUNDAMENTACION TEÓRICA	7
7.1 Materiales alternativos para la fabricación de ladrillos ecológicos	8
7.2 Ladrillos sin cocción.....	8
7.3 Adición de residuos orgánicos en la fabricación de ladrillos	10
7.4 Propiedades.....	10
7.5 Ventajas del ladrillo ecológico en general	11
7.6 Desventajas del ladrillo ecológico en general.....	12

7.7	Sus características:.....	12
7.8	Fabricación de Ladrillos	12
7.9	Mezcla manual de ladrillos ecológicos	13
7.10	Investigaciones similares se han hecho con otras fibras para la elaboración de ladrillos ecológicos	14
7.11	Residuos inertes para la preparación de ladrillos con material reciclable: una práctica para protección del ambiente	15
7.12	Plástico Pet.....	16
7.13	Materiales y métodos	17
7.14	El impacto Ambiental	18
7.15	Construcción sustentable	19
7.16	Resistencia a la Compresión de los ladrillos	20
7.17	Clasificación tipos de ladrillos.....	21
7.18	Eco eficiencia.....	22
7.19	Diagrama de flujo	23
7.20	Diagrama de flujo de procesos.....	23
8	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	24
9	METODOLOGIAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	24
9.1	Investigar los tipos de materiales para la fabricación de bioladrillos.	24
9.2	Examinar la mezcla adecuada para la producción de bioladrillos	28
9.3	Analizar el proceso de fabricación de los bioladrillos	29
9.4	Preparación de la mezcla	29
9.5	Elaboración del bioladrillos	30
9.6	Análisis del costo - beneficio de los bioladrillos	31
9.7	Resistencia a la compresión.....	32
9.8	Determinación de la humedad de los bioladrillos.....	34
10	ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	35
10.1	Proceso de reciclaje de plástico Pet	35
10.2	Proceso de Reciclaje de la cascarilla de arroz	36
10.3	Proceso de elaboración de bioladrillos	37
10.4	Diagrama de proceso de bioladrillos	37
10.5	Costo - beneficio de los bioladrillos con materiales alternativos	38
10.6	Determinación del precio de los bioladrillos	40
10.7	Costo Beneficio de los bioladrillos.....	41

10.8	Resistencias mecánicas de los bioladrillos y ladrillos tradicionales	42
10.9	Resistencia a la compresión de los bioladrillos	44
10.10	Determinación de la humedad de los bioladrillos	45
11.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	47
11.1	Impacto técnico	47
11.2	Impacto ambiental.....	47
11.3	Impacto económico.....	47
11.4	Impacto social	48
12.	PRESUPUESTO PARA EL PROYECTO	49
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
14.	BIBLIOGRAFÍA	53
15.	ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios directos e indirectos	3
Tabla 2. Actividades que se realizó para cumplir con los objetivos planteados	5
Tabla 3. Requisitos de resistencia mecánica y absorción de humedad	21
Tabla 4. Tipos de ladrillos	22
Tabla 5. Simbología de diagrama de flujo.....	23
Tabla 6 Composición química del barro	25
Tabla 7. Propiedades de la cascarilla de arroz.....	26
Tabla 8 Características de plástico PET	27
Tabla 9. Composición de mezclas de un ladrillo tradicional.....	28
Tabla 10. Composición de la mezcla de bioladrillos.....	28
Tabla 11. Composición de la mezcla para la fabricación de bioladrillos	29
Tabla 12. Costo de producción de bioladrillos de plástico pet y cascarilla de arroz.....	39
Tabla 13. Costo de producción de bioladrillos de cascarilla de arroz	40
Tabla 14. Precio de bioladrillos.....	40
Tabla 15. Costo beneficio de bioladrillos de plástico pet y cascarilla de arroz.....	41
Tabla 16. Costo beneficio de los bioladrillos de cascarilla de arroz	42
Tabla 17. Costo de ladrillo de barro quemado.....	42
Tabla 18. Resistencia a la compresión (MPa) de los diferentes tipos de ladrillos	43
Tabla 19. Comparación de resistencias a la compresión de bioladrillos y ladrillos tradicionales	44
Tabla 20. Humedad de ladrillos.....	45
Tabla 21. Prueba de ladrillos de barro	46
Tabla 22. Prueba de bioladrillo plástico pet y cascarilla de arroz	46
Tabla 23. Presupuesto para el proyecto de investigación.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ladrillos sin cocción	9
Figura 2. Apariencia de la cascarilla de arroz	25
Figura 3. Apariencia de Plástico Pet.....	26
Figura 4. Molde para bioladrillo.....	29
Figura 5. Mezcla para bioladrillo	30
Figura 6. Elaboración de bioladrillo	30
Figura 7. Maquina SHIMADZU Modelo 2000X	33
Figura 8. Colocación del bioladrillo en la balanza	34
Figura 9. Bioladrillo de plástico pet y cascarilla	35

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Proceso de reciclaje de plástico pet.....	35
Gráfico 2. Proceso de Reciclaje de la cascarilla de arroz.....	36
Gráfico 3. Proceso de elaboración de los bioladrillos	37
Gráfico 4. Diagrama de proceso de bioladrillos	37
Gráfico 5. Resistencia a la compresión de los bioladrillos.....	45
Gráfico 6. Porcentaje de Humedad.....	46

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Costo de producción de ladrillos	31
Ecuación 2. Precio de venta de ladrillos.....	31
Ecuación 3. Costo beneficio	32
Ecuación 4. Resistencia a la compresión.....	33
Ecuación 5. Superficie del ladrillo	33
Ecuación 6. Determinación de la humedad	34

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

TEMA: “EVALUACIÓN DE LA FABRICACIÓN DE BIOLADRILLOS UTILIZANDO MATERIALES ALTERNATIVOS PLÁSTICO PET Y CASCARILLA DE ARROZ PARA DISMINUIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA MICROEMPRESA PILICITA EN EL CANTÓN SAQUISILI.

Autor: Ángel Rubén Iza Toapanta

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito la evaluación físico mecánicas y de costos de la fabricación de bioladrillos con una dimensión de 300x150x95 mm mediante materiales reciclados, plástico pet, cascarilla de arroz, tierra fina, barro, cemento y agua, el proceso se lo realizo de forma artesanal siguiendo el proceso operativo de seleccionar los materiales y curado de los bioladrillos con agua 3 veces diarias para que no se fisure con el sol durante 10 días. Para ello se aplicaron varias pruebas de resistencia a la compresión y humedad al bioladrillo, el mismo que este fabricado con materiales alternativos obteniendo referencias positivas y alcanzando los objetivos planteados. Los resultados conseguidos indican el esfuerzo de compresión del bioladrillo es de 19,92 Mpa, 4% menos que el valor de 20 Mpa indicada en la normativa INEN 294 con respecto al ladrillo tipo A con ángulos rectos y aristas rectas y además se evidencia que el precio es de 0,31 centavos del bioladrillo en un 6% más bajo que el precio de 0,33 centavos de los ladrillos tradicionales de barro quemado. Este tipo de bioladrillo no requiere el proceso de cocción, lo que disminuye el impacto ambiental, debido a que el proceso de elaboración es diferente a la fabricación de los ladrillos tradicionales donde emanan gases tóxicos contaminantes. Los resultados de los ensayos destructivos realizados en la Facultad de Ingeniería civil de la Universidad Técnica de Ambato acerca de los bioladrillos mostraron factibilidad para el uso y la comercialización del producto. Este tipo de bioladrillo proporciona un beneficio a la naturaleza debido a que se reutiliza diferentes materiales y se requiere bajo nivel de energía para su fabricación.

Palabras claves: Bioladrillo, reutilización, plástico Pet, cascarilla de arroz, medio ambiente.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED

THEME: “EVALUATION OF THE MANUFACTURE OF BIO-BRICKS USING ALTERNATIVE MATERIALS PET PLASTIC AND HUSK OF RICE TO REDUCE THE ENVIRONMENTAL IMPACT IN THE PILICITA MICROENTERPRISE IN THE SAQUISILI CANTÓN”.

Author: Iza Toapanta Ángel Rubén

ABSTRACT

This research work was aimed to the evaluation of physical- mechanical and the cost of manufactured bio-bricks with a size of 300x150x95mm, by using recycled materials such as plastic pet, husk of rice, special soil, clay, cement and water, the process was made in a handmade way, by following an operative way in order to select the materials and extra process with the bio-bricks, with water three times a day in order to avoid cracks which could be caused by the sun's light for a period of 10 days, therefore several tests of resistance comprehension and moisture were applied for the bio-bricks, which were made of alternative materials so the results were positives and the preliminary objectives were reached. The finally results show that the effort of compression in the bio-bricks is 19, 92 Mpa, 4% less than the value of 20 Mpa indicated in the standardization of INEN 294 by regarding the brick type A with right angles and straight edges and with a price of 0.31 cents of bio-brick which is 6% lower than the price of 0.33 cents for a traditional burnt clay bricks. This type of bio-brick does not require the firing process, which decreases the environmental impact, because of the process of manufacturing is different to the traditional way of making bricks which emanates toxic gases that pollute. The results of the destructive tests performed in the Faculty of Civil Engineering of the Technical University of Ambato, about bio-bricks showed feasibility for the use and commercialization of the product. This type of bio-bricks provides a benefit to nature due to different materials are reused which need low level of energy to manufacture.

Keywords: Bio-bricks, reuse, Pet plastic, husk of rice, environment



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado: **Iza Toapanta Ángel Rubén**, de la Carrera de **Ingeniería industrial** de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: cuyo título versa **“EVALUACIÓN DE LA FABRICACIÓN DE BIOLADRILLOS UTILIZANDO MATERIALES ALTERNATIVOS PLÁSTICO PET Y CASCARILLA DE ARROZ PARA DISMINUIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA MICROEMPRESA PILICITA EN EL CANTÓN SAQUISILI”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, febrero del 2019

Atentamente,

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS

Vladimir Sandoval V.

C.C. 050210421-9



**CENTRO
DE IDIOMAS**

1 INFORMACIÓN GENERAL

Tema del Proyecto: “Evaluación de la fabricación de bioladrillos utilizando materiales alternativos plástico PET y cascarilla de arroz para disminuir el impacto ambiental en la microempresa PILICITA en el cantón Saquisilí”

Fecha de inicio: 02/04/2018

Fecha de finalización: 24/01/2019

Lugar de ejecución: Barrio Calicanto, del cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi.

Unidad Académica que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia: Ingeniería Industrial

Proyecto de investigación vinculado:

Equipo de Trabajo:

Autor:

Iza Toapanta Ángel Rubén

Tutor:

Ing. Freddy Eduardo Quinchimbla Pisuña

Área de Conocimiento: Área de la Ingeniería, industria y construcción (UNESCO)

330802 Residuos Industriales

331003 Procesos Industriales

Línea de investigación: Procesos Industriales

Sub líneas de investigación de la Carrera: Procesos productivos

2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto de investigación es importante porque concientizara a los habitantes con la utilización de materia prima amigable con el medio ambiente con el fin de dar un beneficio sustentable a un producto y evitar las emanaciones de gases tóxicos que ocasionan los ladrillos comunes que los fabrican en la actualidad ocasionando enfermedades respiratorias y un decaimiento por su inconciencia de no saber qué problemas a la salud está provocando a las personas que laboran y habitan en el sector.

Respecto al medio ambiente ayudara a la conservación al utilizar estos recursos que provee las industrias o se encuentran desechados a la intemperie sin proporcionar un beneficio con el fin de producir un bioladrillo que sea ecológico, resistente, ligero y manejable para el trabajador, agilizando el tiempo de construcción y disminuyendo el gasto de materiales con el fin de colaborar a la preservación y uso racional de los recursos naturales

En la situación económica los bioladrillos constituirán una fuente de ingreso más productiva por la utilización de materiales naturales lo cual se pretende que sea económico para el desarrollo y mejora en la calidad de los elementos de construcción de viviendas, en especial para las familias de escasos recursos y dar una mejor condición de vida a las personas

Los bioladrillos son la alternativa que a nivel mundial lo están produciendo con el propósito de evitar impactos al medio ambiente esta materia prima se encuentran desechos como cascarilla de arroz, botellas plásticas entre otros y dar una reutilización ya que estos recursos ocasionan un problema por la razón de no saber en qué aprovechar o ya cumplieron su proceso productivo y los desechan los habitantes al medio ambiente y tardan años en degradarse empleando en materiales de construcción y dar un aspecto ecológico a estos productos procesados.

3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

En la Tabla 1 se muestran los beneficiarios directos e indirectos del proyecto enfocado a la fabricación de bioladrillos.

Tabla 1. Beneficiarios directos e indirectos

Beneficiarios Directos	Propietario	1
	Obreros	2
Beneficiarios Indirectos	Clientes	10
	Habitantes del barrio	50
	Total	66

Elaborado: Ángel Iza

4 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

4.1 Situación problemática

Desde hace mucho tiempo las personas cambiaron su estilo de vida con la venida de la revolución industrial, y por efecto hubo la necesidad de buscar una estabilidad económica, la misma implementaron micro empresas como es una de ellas la fabricación de ladrillos, que es uno de los principales causantes del deterioro del medio ambiente al emitir gases tóxicos durante la cocción del ladrillo ocasionando enfermedades respiratorias a las personas que laboran en las microempresas, la contaminación ambiental y atmosférica sus actividades consumen gran cantidad de recursos y no han contribuido al beneficio del medio ambiente.

Las poblaciones del Ecuador que se encuentran en las áreas rurales y urbanas, están expuestas al medio ambiente, la fabricación del ladrillo se lo realiza de forma artesanal y esto ha provocado una contaminación ambiental, ya que en el transcurso del tiempo la utilización de materiales contaminantes se ha utilizado para el calentamiento de hornos para que llegue a una temperatura específica de 1000 °C de cocción y estos originan gases tóxicos perjudicando a la salud de las personas que laboran y que habitan en el sector.

En la provincia de Cotopaxi del cantón Saquisilí las microempresas que se encargan de la elaboración de ladrillos utilizan materiales contaminantes, plástico llantas para el calentamiento de hornos, lo cual se produce por la cocción de los materiales que tardan en descomponerse, y esto a su vez ocasionan humos tóxicos, lo que origina enfermedades de tipo

respiratorio para las personas que prestan sus servicios en microempresas y de la misma manera a todos los habitantes del barrio, así como también al medio ambiente, hace que el producto terminado tenga un alto costo para la construcción de viviendas

4.2 Formulación del problema

¿Cómo reutilizar subproductos y desechos generados por las empresas en la fabricación ladrillos?

5 OBJETIVOS

General

- Evaluar mediante la utilización de materiales alternativos plástico pet y cascarilla de arroz para la fabricación de bioladrillos y reducir el impacto ambiental en el barrio Calicanto del Cantón Saquisilí.

Objetivos específicos

- Identificar los materiales alternativos para la producción de bioladrillos.
- Elaborar un bioladrillo a partir de los materiales alternativos con mezcla de agregados de construcción.
- Determinar el costo de producción de los bioladrillos de plástico pet y cascarilla de arroz
- Evaluar las propiedades mecánicas de los bioladrillos de plástico pet y cascarilla de arroz.

6 TABLA DE ACTIVIDADES CON RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

En la Tabla 2 se muestran las actividades a realizar para darle cumplimiento a los objetivos específicos, así como los resultados esperados en su realización.

Tabla 2. Actividades que se realizó para cumplir con los objetivos planteados

Objetivos	Actividades	Resultados	Métodos/técnicas
1. Identificar los materiales alternativos para la fabricación de bioladrillos.	<p>1.1 Investigar los tipos de materiales para la fabricación de bioladrillos.</p> <p>1.2 Realizar una revisión bibliográfica de los materiales ya empleados en la fabricación de ladrillos ecológicos.</p> <p>1.3 Analizar las características de los materiales reciclados aptos para la producción</p>	<p>Optar los diferentes materiales a través del proceso de reciclaje de materiales contaminantes y no contaminantes</p> <p>Separar los objetos de acuerdo a las características de cada uno de los objetos a utilizar</p>	<p>Observación directa</p> <p>Investigación de campo</p> <p>Revisión Bibliográfica</p>
2 Elaborar un bioladrillo a partir de los materiales alternativos con mezcla agregados de construcción.	<p>2.1. Examinar la mezcla adecuada para la producción de bioladrillos</p> <p>2.2 Analizar el proceso de fabricación de los bioladrillos</p>	<p>Identificar los procedimientos básicos para la fabricación de bioladrillos</p> <p>Preparar los materiales para fabricación de bioladrillos.</p>	<p>Método empírico</p> <p>Norma de calidad INEN 294</p>

<p>3 Determinar el costo de producción de los bioladrillos de plástico pet y cascarilla de arroz.</p>	<p>3.1 Analizar el presupuesto invertido en materia prima para la elaboración del bioladrillos</p> <p>3.2 Determinación del precio del bioladrillo para su venta a los clientes.</p>	<p>Comparar el costo entre el ladrillo tradicional y el bioladrillo.</p>	<p>Método bibliográfico</p> <p>Herramientas estadísticas</p> <p>Costo de producción</p>
<p>4 Evaluar las propiedades mecánicas de los bioladrillos de plástico pet y cascarilla de arroz.</p>	<p>4.1 Determinar los parámetros de resistencia mecánica de acuerdo a la normativa INEN 297.</p> <p>4.2 Seleccionar la composición más adecuada a los parámetros de calidad.</p>	<p>Comparar la resistencia mecánica de cada bioladrillo que se elaboró mediante Ensayos de prueba mecánica.</p> <p>Escoger la mejor alternativa obtenida en los ensayos de prueba mecánica.</p>	<p>Método bibliográfico</p> <p>Método experimental</p> <p>Normas de calidad INEN 294</p>

7 FUNDAMENTACION TEÓRICA

Cada vez son más las iniciativas ecológicas que intentan reinventar o reemplazar los ladrillos tradicionales utilizando materiales sostenibles, uno de ellos es la utilización de las cáscaras y cenizas de arroz, botellas y materiales orgánicos como el rechazo de tallos de flores de alelí bagazos de caña etc.

Los ladrillos ecológicos tienen cualidades similares a los tradicionalmente utilizados para la construcción de las casas. Por tanto, su uso no se deriva en pérdida de calidad puesto que, como la mayoría de productos ecológicos, sufren más pruebas de su viabilidad que los tradicionales. El ladrillo ecológico se debe a que en su producción no estimula una degradación al medio ambiente, lo que elimina el uso de hornos para el proceso de curado como lo hace el ladrillo cerámico tradicional, evitando la quema de bosques, e impidiendo toneladas de gases tóxicos que se emiten a la atmósfera y desalienta la deforestación. (Farias, 2015)

Los ladrillos ecológicos son un material de construcción, que no degrada al medio ambiente porque no utiliza en su proceso la cocción, como son los tradicionales, que emiten gases contaminantes en su fabricación, por ende, este proyecto está basado en la recuperación del medio ambiente para no ser perjudicial al calentamiento global y así obtener un planeta libre de gases tóxicos.

Las nuevas propuestas de investigación sobre alternativas sostenibles deben implicar a todos los sectores de la sociedad para dar un nuevo enfoque a las soluciones planteadas hasta el momento. Fruto de la concienciación del gran impacto ambiental producido por el hombre desde el comienzo de la Revolución Industrial, se toma conciencia del agotamiento de la tierra y de los recursos. Consecuencia de ello, se comienza a vislumbrar una conciencia más sostenible y derroche energético y los desmesurados objetivos de mercado y modelos de vida, llevan a una reflexión global y al planteamiento de metas diferentes. (Boardman, 2011)

En la actualidad debemos plantearnos alternativas de materiales empleados en la fabricación de ladrillos con el fin de evitar la emanación de gases tóxicos que se produce por las microempresas que fabrican este producto, En esta vida se requiere que las personas hagan conciencia del único planeta que hay vida y por tal razón se debe realizar campañas de reciclaje y aprovechar de los recursos antes mencionados para la elaboración de nuevos productos para el beneficio de todos los seres humanos.

7.1 Materiales alternativos para la fabricación de ladrillos ecológicos

- **Cenizas de carbón:** Esta fue una idea de un ingeniero civil, Henry Lou con un doble beneficio ecológico. Con este material los ladrillos se obtienen a 212 grados en 10 horas y se aprovechan los 45 millones de toneladas de residuos del mismo que generan las centrales térmicas de carbón.
- **Cáñamo y paja:** Este ladrillo ecológico ya ha sido usado por empresas españolas pese a la aparente fragilidad de los materiales su dureza es semejante a los convencionales cuentan con la desventaja de ser más caros, pero aíslan muy bien de la temperatura exterior ello supone un ahorro del gasto de energía en calefacción y aire acondicionado, por lo que se amortiza pronto su precio.
- **Plástico usado y cáscaras de cacahuete:** Los ladrillos ecológicos de este material son una creación del Centro Experimental de la Vivienda Económica de Argentina quien asegura que son duros, aislantes ligeros y económicos. Además de producir un ahorro energético posibilitan un reciclaje de residuos para su producción.

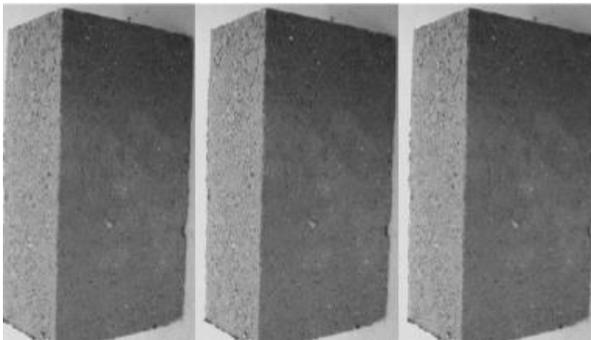
7.2 Ladrillos sin cocción

Con el aumento de las emisiones de dióxido de carbono, el calentamiento global y el cambio climático, surge la necesidad de nuevos estudios en relación a mejores prácticas con respecto al desarrollo de nuevos productos de construcción. Existen nuevas investigaciones sobre materiales no cementicios para el desarrollo sostenible de la construcción las mismas que se enfocan en el ahorro de energía, y reducción de emisiones de CO₂. Uno de estos materiales es el ladrillo de arcilla no cocido, el cual tiene como objetivo reducir el uso de energía mediante una construcción más eficiente (Sutton, Black, & Walker, 2011).

Los ladrillos de arcilla no cocidos son extremadamente bajos en energía incorporada, proporciona masa térmica, un buen aislamiento acústico, se colocan de la misma manera que el ladrillo y requieren menos mano de obra que los ladrillos de extrusión. Sin embargo, existieron varios problemas en el uso de este tipo de ladrillos, uno de ellos fue la falta de familiaridad de los contratistas con la naturaleza del producto, su consistencia no duradera y la necesidad de protección contra el clima húmedo hacían de este un material a prueba. A pesar de que tomo tiempo aprender

Estas nuevas prácticas en proyectos, al final se obtuvo buenos resultados, el ladrillo resultó ser fuerte y estable y no únicamente un producto ambientalmente sostenible sino también logró reducir costos en la construcción. Los resultados sugieren que existe la posibilidad de usar este tipo de ladrillos de arcilla no cocidos como materiales de baja y media construcción en paredes de mampostería. (Sutton, Black, & Walker, 2011)

Figura 1. Ladrillos sin cocción



Fuente: Thomas, Lombardi, Hunt, & Gaterell, 2012

Comparado con muchos productos alternativos, la mampostería de arcilla no cocida es un material de construcción de bajo impacto. Sus propiedades básicas lo convierten en un material relativamente robusto y resistente al fuego, con los beneficios de la masa térmica y la capacidad de moderar los niveles de humedad interna. Sin embargo, no es resistente a la exposición prolongada al agua y normalmente debe estar protegida de la lluvia. (Sutton 2011)

El proceso de fabricación de los ladrillos de arcilla no cocida es similar al de los ladrillos cocidos omitiendo el proceso de cocción. Se extrae la materia prima (arcilla), es almacenada en la cantidad que requiera la fábrica para el proceso, se humedece el material generalmente al 10- y 13%, seguidamente se somete al proceso de extrusión o compactación según su tipo de fabricación mediante el cual adquiere la forma y se le da el moldeo del material. Algunos fabricantes de ladrillos tradicionales producen ladrillos de arcilla sin cocer, y su uso de máquinas de extrusión de ladrillos cocidos provoca el sobredimensionamiento típico de los ladrillos de arcilla sin cocer: el proceso de cocción de los ladrillos estándar produce una leve contracción no presente en las versiones sin cocer. (Brick, Borer, & Architects, 2011)

7.3 Adición de residuos orgánicos en la fabricación de ladrillos

La demanda de ladrillos de arcilla con mayor capacidad de aislamiento es creciente, razón por la cual se estudian nuevos mecanismos que nos permitan aumentar la porosidad mediante el uso de materiales de desecho de las industrias. Los aditivos orgánicos formadores de poros son los más frecuentes utilizados para este fin. La conductividad térmica es un factor decisivo en la termoingeniería usado para el aislamiento térmico de un material. Una manera de aumentar la capacidad de aislamiento del ladrillo es generar porosidad en el cuerpo de arcilla. (Rimpel y Scmedders, 2010)

Se trata de buscar nuevos materiales para la fabricación de los ladrillos, buscando una alternativa apta para evitar la contaminación al momento de la preparación de materia prima

La porosidad con el uso de desechos orgánicos en la fabricación de materiales de construcción aumenta, lo cual provoca un aumento en la capacidad absorción y generan mayor aislamiento tanto térmico como acústico (Zhang, 2013).

Se han realizado varios estudios con el objeto de investigar el potencial del uso de varios residuos orgánicos en la fabricación de ladrillos de arcilla como aserrín, residuos de tabaco, y la hierba que son subproductos de procesos industriales y agrícolas. Estos materiales residuales tienen fibra celulosa, lo cual ayuda a mejorar la capacidad de aislamiento en el material cuya porosidad aumenta con la adición de dichos desechos (Demir, 2011)

7.4 Propiedades

Las propiedades mecánicas de los materiales utilizados en la construcción son consideradas para el diseño de las estructuras, en cualquier edificación los ladrillos de albañilería son sometidos a cargas que pueden llegar fracturarlos si no poseen las propiedades adecuadas (Valvuen, 2015)

Sin duda, la cocción es clave, dado que en esta etapa se manifiesta si el proceso de fabricación se ha realizado correctamente y de esta depende que el ladrillo cocido alcance las propiedades mecánicas esperadas, según las exigencias de las normas (Aranguren, 2011)

7.5 Ventajas del ladrillo ecológico en general

Se han desarrollado algunas ventajas del ladrillo ecológico en el que, dependiendo del material con que se construya, unas estarán más potenciadas que otras.

Pero en general sus ventajas son:

Menor perjuicio para la naturaleza, ya que su fabricación requiere menos energía y residuos, así como el reciclaje de otros materiales de desecho. Esto hace que se preserve mejor la naturaleza, la fabricación de ladrillos convencionales requiere mucha energía ya que se necesita energía calórica y combustión a comparación de los ladrillos ecológicos en los cuales no se necesita combustión alguna. Por otra parte estos ladrillos (ecológicos) “pueden ahorrar hasta un 40% de energía y no solo en la fase productiva, además, que la mayoría de estos son aislantes del frío y calor, beneficiando a las personas dentro de la edificación (casa o edificio) por lo que no utilizan mucha energía ya sea por el frío o el calor (Sanchez, 2011).

En algunos casos dichos ladrillos son más económicos que los convencionales, estos pueden ser hasta “10% más accesibles económicamente hablando para el cliente y consumidor, generando una mayor aceptación y penetración en el mercado por su bajo costo y buena calidad. Pero cuando no es así, al ser mejores aislantes, el ahorro de energía amortiza la diferencia de precios (Sanchez, 2011).

Los ladrillos ecológicos son curados con agua y sombra a diferencia de los ladrillos convencionales que dependen de la quema de llantas, plástico y leña en hornos, contribuyendo a la deforestación y a la contaminación del medio ambiente (Sanchez, 2011).

Los materiales de los ladrillos ecológicos hacen que éstos sean más ligeros y manejables para el trabajador agilizando el tiempo de construcción y disminuyendo los gastos.

Fuente renovable, fabricados con residuos, 100% reciclado, natural, no tóxico, sin conservantes, químicos ni aditivos, no emite humo ni olores, CO2 neutro.

Por lo tanto, es Ecológicamente correcto, sustentable, evita el efecto invernadero, cambio de clima y calentamiento global, no genera impacto ambiental, ayuda a preservar el ambiente.

7.6 Desventajas del ladrillo ecológico en general

Estos productos comienzan a dar sus primeros pasos en estos momentos y esto hace que no sea de fácil acceso para conseguir o adquirir estos productos a comparación de los ladrillos convencionales. Además, tienen otra desventaja, de momento, no existen variedades decorativas como los convencionales para adornar fachadas, muros, jardines (Sanchez, 2011)

7.7 Sus características:

- Es un material inocuo y reciclable.
- No con lleva problemas como desforestación o minería extractiva.
- Su costo energético es mínimo, ya que no involucra cocción.
- Tiene gran capacidad de almacenar el calor y cederlo posteriormente.
- Permite atenuar los cambios de temperatura externos, creando un ambiente interior agradable.

Los muros de tierra transmiten mal las vibraciones sonoras, propiedad que los convierte en una eficaz barrera contra ruidos indeseados. Regulan la humedad interior, evitando así las condensaciones. Fácil manejo y trabajo. (Paz, 2016)

7.8 Fabricación de Ladrillos

Mezcla Automatizada

1. Mixturador - Homogeneización

La mezcla de las cantidades de materia prima será efectuada en una máquina Mixturadora, que da un movimiento interno rotativo y con caída en forma de cascada, haciendo la homogeneización de forma rápida, eliminando los grumos de la mezcla. Homogeneización: Proporciona una homogenización de la tierra ya mezclada, quebrando y homogenizando nuevamente los granos que puedan haber sido mal mezclados, puede ser usado después de haber pasado por la mezcla mecánica dando mayor calidad y economía al producto final a ser prensado.

2. Prensado

Prensado Hidráulico: Después de efectuar el primer paso, se llenará la caja depósito de la materia prima que lo transferirá a la caja molde donde, en su interior recibe un tratamiento térmico,

compuesto de matrices modeladoras intercambiables posibilitando variados modelos, diferentes tamaños de ladrillos.

3. Fraguado o curado

Fraguado: Una vez pilados los ladrillos ecológicos sobre los pallets, se realiza el fraguado con el riego controlado de agua mediante un sistema de regado mecanizado con un sensor de humedad y calor (en caso de falta de humedad será accionado automáticamente) deberá mantenerse la humedad por tres días, siendo su regado en promedio: 3 veces al día para la hidratación adecuada de la mezcla de la materia prima y así adquirir la solidez y fortaleza, siendo éste el acabado final. (Viera, 2016).

El proceso de elaboración del ladrillo ecológico permite que el producto contenga una mejor calidad, basado en la mezcla de las cantidades de cada material, las dimensiones del mismo y el proceso de fraguado que permitirá que el ladrillo obtenga las resistencias mecánicas requeridas.

7.9 Mezcla manual de ladrillos ecológicos

Para los productos que no utilizan el equipo de mezcla automatizado para mezclar deben ser los siguientes:

- El suelo en una superficie lisa e impermeable, formando una capa de 20cm a 30cm.
- Esparcir el cemento sobre el suelo y mezclar bien, hasta que la mezcla quede con una coloración uniforme, sin manchas de suelo o cemento.
- Para humedecer, esparce nuevamente la mezcla como en el ítem, añada agua poco a poco sobre la superficie usando regador o una manguera con boquilla y mezcle todo de nuevo.
- Después de que se forman grumos humedecidos en la mezcla, se debe detectar el compuesto con un tamiz manual o una trituradora de Eco TRS-70 para el suelo que vuelva a mezcla y así romper los grumos de la mezcla (Eco Maquinas, 2017).

La mezcla de los materiales se debe realizar con las cantidades exactas de cada material para que el ladrillo obtenga la calidad, resistencia requerida y a la vez permite que la producción sea mayor y no desperdiciar la materia prima.

7.10 Investigaciones similares se han hecho con otras fibras para la elaboración de ladrillos ecológicos

Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en la fabricación de bloques ecológicos para mampostería liviana” realizado en la ciudad del Puyo. (POZO, 2011)

Materiales ecológicos para la construcción de viviendas”, realizado en la ciudad de Veracruz, utilizando como materia prima la fibra del bambú y paja. (PEREZ, 2011)

Desarrollo de un nuevo ladrillo de tierra cruda, con aglomerantes y aditivos estructurales de base vegetal”, realizado en la Universidad Politécnica de Madrid, desarrollando el ladrillo con arcilla, algas y tierra diatomea. (AMORÓS, 2011)

Uso del cuesco de la Palma Africana en la fabricación de adoquines y bloques de mampostería”. (BUZÓN, 2009)

Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción”, elaborado con suelo magra y cascarilla de arroz, residuo aprovechado de las piladoras en la ciudad de Navarra España. (CABO, 2011)

“Fabricación de ladrillos ecológicos a partir de residuos de la palma africana en combinación con fibras vegetales”, se utilizó el cuesco y fibra del fruto de la palma como materia prima y otras fibras como la fibra de la piña y de tabaco para la elaboración del ladrillo. (CONRADO, 2009)

Estos materiales ya mencionados nos dan una pauta para realizar proyectos de fabricación de ladrillos ecológicos ya que esta materia prima que se encuentra en el medio ambiente no se lo está realizando ningún beneficio para el ser humano, lo cual se pretende dar un uso adecuado y evitar grandes cantidades que se encuentre derrochado a la intemperie.

Ladrillos de pet permite utilizar materiales no tradicionales plásticos reciclados en forma tradicional con el fin de evitar el deterioro del medio ambiente, se trata de un elemento constructivo prefabricado de tipo liviano para la utilización de envolventes exteriores no portantes esto quiere decir que soportan su propio peso y que necesitan de una estructura (Gatani, 2011, pág. 21).

Debemos concientizar a las personas que al derrochar estos materiales ya mencionados está provocando una contaminación al medio ambiente porque este material se deteriora en mucho tiempo lo cual se pretende dar un uso adecuado para la fabricación de ladrillos ecológicos y así evitamos que este material siga propenso en la naturaleza sin dar un uso beneficioso a la naturaleza

Para fabricar el ladrillo de Pet se realiza previamente el triturado de los plásticos con un molino para tal fin luego las partículas de Pet se mezclan con cemento Portland agua y aditivos en una hormiguera y posteriormente esta mezcla se vierte en un molde para realizar el prototipo del ladrillo ecológico de acuerdo a los requerimientos del material empleado (Gatani, 2011, pág. 21)

Al revisar la investigaciones que se han realizaron proyectos se pudo notar que hay varias alternativas para realizar nuestro proyecto de investigación lo cual es factible utilizar materiales que se encuentran desechados en la naturaleza o materiales que están en el entorno ocasionando contaminación ambiental porque estos materiales como botellas de vidrios, plásticos tardan mucho tiempo en descomponerse, mediante este proyecto de investigación se pretende dar un uso a los materiales para la producción alternativa de bioladrillos que estos serán fabricados por la mezcla de dos materiales ya sea orgánicos

7.11 Residuos inertes para la preparación de ladrillos con material reciclable: una práctica para protección del ambiente

El concreto es una mezcla de multicomponentes que se preparada partiendo de la dosificación adecuada de cemento, agua, agregados fino y grueso y en ocasiones aditivos. La iniciativa de construcciones sostenibles con miras a una producción de concreto ecológico ha motivado diferentes investigaciones en las cuales se sustituyen algunas de las materias primas fundamentales para la preparación del concreto de esta forma, se logran concretos modificados que son alterados intencionalmente para evaluar las propiedades mecánicas y fisicoquímicas, mediante la sustitución de uno o más materiales constituyentes de la mezcla por residuos industriales de diferentes actividades antrópicas.

Una práctica común, en países en vía de desarrollo, es que estos residuos se depositan a cielo abierto lo cual genera problemas ambientales. Dentro de los residuos que se generan están material de

Excavación, llantas, tubería, bolsas plásticas y material de poda; algunos de estos materiales han sido probados en diferentes mezclas de mortero y concreto (Serrano & Ruiz, 2017, pág. 131)

De acuerdo mi criterio la mezcla de un producto es muy esencial porque se adaptan las características necesarias para la elaboración lo cual conlleva a tener un producto de calidad y sobre esto se toma en cuenta la mezcla de materiales orgánicos de los residuos industrial que son procesados y no dan beneficio al medio ambiente lo cual se pretende dar una reutilización para nuevos productos y así eviten emanaciones de gases o tarden en el deterioro perjudicando al medio ambiente

Por otro lado, con relación a los residuos de plástico, el aprovechamiento de aquel proveniente de botellas recicladas de polietileno de tereftalato (PET) como parte del agregado fino en el concreto en porcentajes no superiores al 5% permite buena resistencia a la compresión, tracción indirecta y adecuada manejabilidad (Frigione, 2010).

Así mismo se ha comprobado que el uso de fibras de polímeros en las mezclas de concreto disminuye el riesgo de corrosión del acero de refuerzo, mejora las propiedades y favorece la resistencia de los fenómenos tan comunes en los países en donde se presentan estaciones (Serrano & Ruiz, 2017, pág. 131)

7.12 Plástico Pet

Dicho de ciertos materiales sintéticos que pueden moldearse fácilmente y en cuya composición entran principalmente derivados de la celulosa, proteínas y resinas. El término plástico en su significación más general, se aplica a las sustancias de similares estructuras que carecen de un punto fijo de evaporación y poseen durante un intervalo de temperaturas propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones. Sin embargo, en sentido concreto, nombra ciertos tipos de materiales sintéticos obtenidos mediante fenómenos de polimerización o multiplicación semi-natural de los átomos de carbono en las largas cadenas moleculares de compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias naturales (Serrano & Ruiz, 2017, pág. 131)

Las propiedades y características de la mayoría de los plásticos, aunque no siempre se cumplen en determinados plásticos especiales son estas:

- ✓ Fáciles de trabajar y moldear
- ✓ Tienen un bajo costo de producción
- ✓ Poseen baja densidad
- ✓ Suelen ser impermeables
- ✓ Buenos aislantes eléctricos
- ✓ Aceptables aislantes acústicos
- ✓ Buenos aislantes térmicos

La reutilización de materiales perjudiciales al medio ambiente como la botella a concientizado a las personas del planeta a realizar reciclaje de distintos materiales lo cual la botella ha sido la materia que se ha estado dando una reutilización con distintos materiales combinados para la fabricación de bloques ladrillos.

El trabajo es evaluar la alternativa de aprovechamiento de residuos provenientes de la poda de los jardines, del reciclado de las llantas y de envases de bebidas para la preparación de mampuestos de concreto y de arcilla, con los que se construyeron muretes para comprobación de la resistencia a compresión. (Serrano & Ruiz, 2017, pág. 131)

7.13 Materiales y métodos

La preparación del eco ladrillo inicia con la selección de los residuos disponibles partiendo de una clasificación en función del ciclo de vida del material a incorporar en la mezcla. Posteriormente se caracterizan los materiales a emplear y se preparan unos muretes para verificar el comportamiento a compresión de los mampuestos preparados. Finalmente, se hace la prueba de emisividad térmica a los mampuestos que arrojen los mejores resultados a compresión (Serrano & Ruiz, 2017, pág. 132)

La fabricación de ladrillos ecológicos es un proceso que utiliza materiales reciclados con agregados de construcción lo cual es una ventaja porque no emiten gases tóxicos a los sectores donde se encuentran estas microempresas ya que se lo realiza de forma manual en probetas y se lo puede verificar sus compuestos mediante pruebas.

Identificación de residuos sólidos inertes disponibles en el medio La clasificación de los residuos se hace en función de su condición física, su composición estructural, capacidad de aprovechamiento y destino final de los mismos. Se seleccionan para este estudio: residuo de llanta, bolsas de empaquetaduras de alimentos, tierra removida producto de excavaciones y pedazos de tubería PVC (Serrano & Ruiz, 2017, pág. 132)

Los residuos que se encuentran en el medio ambiente se deberá hacer reciclaje para tomar en cuenta las características físicas para la reutilización en nuevos procesos productivos con el fin que estos materiales o residuos estén provocando contaminación al medio ambiente.

En la actualidad la investigación, de nuevos materiales de ingeniería y la utilización de los residuos industriales generados tienen un papel importante para el desarrollo, al generar innovación y mejora que fortalecen la producción de productos y la prestación de servicios amigables con el medio ambiente (Serrano & Ruiz, 2017, pág. 132)

Las industrias en la actualidad producen más contaminación al ambiente ya que utilizan diferentes materiales para su funcionamiento y todo esto provoca que se dé un alto nivel de gases para ende se requiere que se elabore nuevos objetos para construcción de nuevas a base del reciclaje.

7.14 El impacto Ambiental

El impacto ambiental es el conjunto de diligencias conducentes al manejo integral del sistema ambiental. Dicho de otro modo, e incluyendo el concepto de desarrollo sostenible, es la estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al medio ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales. La gestión ambiental responde al "cómo hay que hacer" para conseguir lo planteado por el desarrollo sostenible, es decir, para conseguir un equilibrio adecuado para el desarrollo económico, crecimiento de la población. uso racional de los recursos y protección y conservación del ambiente. Abarca un concepto integrador superior al del manejo ambiental: de esta forma no sólo están las acciones a ejecutarse por la parte operativa, sino también las directrices, lineamientos y políticas formuladas desde los entes rectores, que terminan mediando la implementación. (Romo, Cervera y Córdova 2013)

7.15 Construcción sustentable

La construcción sostenible satisface necesidades infraestructurales y de vivienda, sin comprometer capacidades futuras ayudando a satisfacer sus necesidades posteriores. Cumpliendo con tres objetivos en su proceso, reducir, conservar y mantener.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) define a la construcción sostenible como, “una manera de la industria de la construcción de actuar hacia el logro del desarrollo sostenible, tomando en cuenta aspectos medio ambientales, socioeconómicos y culturales. Específicamente, implica cuestiones tales como diseño y administración de edificaciones, construcción y rendimiento de materiales y uso de recursos - todas, dentro de la órbita más amplia del desarrollo y la gestión urbanos (Alavedra P., Domínguez J., Engracia G., & Serra J., 2012).

Representa una nueva forma de pensar, teniendo requerimientos de combinaciones con experiencia entre ingeniería, arquitectura y construcción adquirida al paso de los tiempos, uniéndolos con la investigación y el afán de explorar nuevos horizontes, obteniendo nuevas orientaciones para satisfacer demandas futuras.

Es necesario el respeto y compromiso con el Medio Ambiente, lo cual implica usar sosteniblemente la energía, debido a que en la construcción se utiliza diferentes materiales con alto consumo energético.

La construcción sostenible, abarca la construcción de edificios propiamente dichos, y a la vez toma en cuenta el entorno donde se encuentra. Un desarrollo urbano sostenible necesita formar un entorno que no ocasione problemas al ambiente, no solo hablando en forma y energía, sino también en cómo funciona en conjunto.

La reducción en la utilización de los recursos disponibles se llevará a cabo a través de la reutilización, el reciclaje, la utilización de recursos renovables y un uso eficiente de los recursos. Se tratará de incrementar la vida de los productos utilizados, un incremento en la eficiencia energética y del agua, así como un uso multifuncional del terreno (Alavedra P., Domínguez J., Engracia G., & Serra J., 2012)

Para obtener buenos resultados, es necesario seguir los siguientes principios ecológicos:

1. Conservación de recursos.
2. Reutilización de recursos.
3. Utilización de recursos Reciclables y Renovables en la construcción.
4. Consideraciones respecto a la gestión del ciclo de vida de las materias primas utilizadas, con la correspondiente prevención de residuos y de emisiones.
5. Reducción en la utilización de la energía.
6. Incremento de la calidad, tanto en lo que atiende a materiales, como a edificaciones y ambiente urbanizado.
7. Protección del Medio Ambiente.
8. Creación de un ambiente saludable y no tóxico en los edificios.

(Alavedra P., Domínguez J., Engracia G., & Serra J., 2012)

7.16 Resistencia a la Compresión de los ladrillos

La resistencia a la compresión de los ladrillos y cumpliendo con las características de la INEN 297 de Ladrillos Cerámicos

El procedimiento descrito en esta norma se basa en la aplicación de una carga progresiva de compresión a una muestra de ladrillo, hasta determinar su resistencia máxima admisible.

La carga que se aplique para determinar la resistencia a la compresión de un ladrillo ejercerá el esfuerzo correspondiente, en la misma dirección en que las cargas o los pesos propios vayan a actuar sobre él en las construcciones (INEN, 2017).

Tabla 3. Requisitos de resistencia mecánica y absorción de humedad

tipos de ladrillos	Resistencia a la compresión Mpa		Absorción máxima de humedad %
	promedio de 5 unidades	Individual	Promedio de 5 unidades
Ladrillo tipo A	25	20	16
Ladrillo tipo B	16	14	18
Ladrillo tipo C	8	6	25
Hueco tipo D	6	5	16
Hueco tipo E	4	4	18
Hueco tipo f	3	3	25
Método de ensayo	INEN 294		INEN 296

Fuente: Norma INEN 0297

7.17 Clasificación tipos de ladrillos

Tipo de ladrillo A empleado para la construcción de muros sujetos a cargas muy pesadas y con alta resistencia a la penetración de agua.

El tipo B, será ladrillo de máquina, de color rojizo, con ángulos rectos y aristas rectas, diferenciándose del tipo A en que puede tener pequeñas imperfecciones en sus caras exteriores, así como variaciones de rectitud en sus aristas hasta de 5 mm.

El tipo C, será semejante al tipo B, diferenciándose de él en que puede, además, ser fabricado a mano y tener imperfecciones en sus caras exteriores, así como variaciones de rectitud en sus aristas hasta de 8 mm.

El tipo D, podrá emplearse en la construcción de muros soportantes, tabiques divisorios no soportantes y relleno de losas alivianadas de hormigón armado.

El tipo E, podrá emplearse únicamente en la construcción de tabiques divisorios no soportantes y rellenos de losas alivianadas de hormigón armado. El tipo F, podrá emplearse únicamente en el relleno de losas alivianadas de hormigón armado (INEN, 2017).

En la tabla 4. Especificamos los requisitos del tipo de ladrillo según la normativa INEN 297

Tabla 4. Tipos de ladrillos

Tipos de ladrillos	
Macizo tipo A	
Macizo tipo B	
Macizo tipo C	
Hueco tipo D	
Hueco tipo E	
Hueco tipo F	

Fuente: INEN 297

7.18 Eco eficiencia

La eco eficiencia es una cultura administrativa que guía al empresariado a asumir su responsabilidad con la sociedad, y lo motiva para que su negocio sea más competitivo, adaptando y readecuando los sistemas productivos existentes a las necesidades del mercado y del ambiente, y de esa forma consolidar niveles más altos de desarrollo económico, social y ambiental. La visión central de la eco eficiencia se puede resumir en "producir más con menos", utilizando menos recursos naturales agua y energía en el proceso productivo, reduciendo los residuos y desechos, y atenuando la contaminación. La meta final de la eco eficiencia es la elaboración de bienes y la prestación de servicios, a precios competitivos que satisfagan las necesidades humanas y eleven la calidad de vida de la población (Romo, Cervera y Córdova 2013).

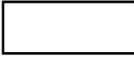
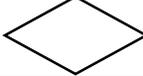
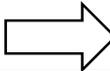
7.19 Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo u organigrama es una representación diagramática que ilustra la secuencia de las operaciones que se realizarán para conseguir la solución de un problema (Chase, 2010).

7.20 Diagrama de flujo de procesos

Son actividades asociadas a un proceso con frecuencia se afectan unas a otras, por lo cual es importante considerar el desempeño simultáneo de una serie de actividades que operan todas al mismo tiempo. Una forma aconsejable de empezar a analizar un proceso es haciendo un diagrama que muestre los elementos básicos de un proceso, por lo general, las tareas, los flujos y las zonas de almacenamiento. Las tareas se presentan en forma de rectángulos, los flujos como flechas y el almacenamiento de bienes o de otros artículos como triángulos invertidos. A veces, los flujos que pasan por un proceso se dirigen en distintos sentidos, dependiendo de ciertas condiciones. Los puntos de decisión son representados como un diamante con diferentes flujos que salen de las puntas del diamante (Chase, 2010).

Tabla 5. Simbología de diagrama de flujo

Simbología de diagrama de flujo	
Inicio y fin de procedimiento	
Actividad a realizar	
Elaboración de formulario, nota de entrega informes, entre otros.	
Toma de decisiones	
Conector	
Transporte	
Demora	

Fuente: Richard B. Chase

8 PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

La producción alternativa de bioladrillos a partir de materiales reciclados disminuirá el grado de contaminación ambiental en las poblaciones, durante el proceso de cocción del ladrillo.

Variable dependiente: Contaminación ambiental

Variable Independiente: Producción alternativa de bioladrillos

9 METODOLOGIAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Investigar los tipos de materiales para la fabricación de bioladrillos.

Los bioladrillos son un elemento clave en la arquitectura ecológica, sin embargo, el término agrupa a distintos tipos de materiales y sus beneficios también pueden ser muy diferentes a pesar de sus materiales que se utilizara, todos ellos tendrán en común una serie de ventajas a nivel ambiental o de sostenibilidad. En cuanto se puede mencionar estos tipos de materiales reciclados que se empleara como una fuente de construcción y así disminuir el impacto ambiental

Barro

Para la elaboración del bioladrillo se utilizará el barro como recurso indispensable ya que permitirá manipular la masa de manera fácil, se moldea muy fácilmente por lo que se requiere dicho material como fuente de materia prima lo cual se lo considera como una capa fértil de la tierra el humus es decir que se produce una desertificación en el suelo.

Barro primario: Es el que se extrae justo del lugar en donde se encuentra la roca ígnea de donde proviene. Los barros primarios son raros, porque la mayoría de estos han sido cambiados de lugar por el agua, aire, nieve, etc. Este recurso primario se caracteriza por ser menos plástico (8%) y estar más granulado (Veintimilla, 2016).

Tierra: La construcción con tierra cruda es sencilla y con poco gasto energético, no requiere un gran transporte de materiales o una cocción a alta temperatura es por ello que se considera un material de muy baja energía incorporada para su fabricación (Veintimilla, 2016)

En la Tabla 6 se observa la composición química del barro en la cual se detalla sus elementos químicos y su corteza.

Tabla 6. Composición química del barro

NOMBRE	CORTEZA	BARRO
SiO ₂	59,14	57,02
Al ₂ O ₃	15,34	16,15
Fe ₂ O ₃	6,88	6,7
MgO	3,49	3,08
CaO	5,08	4,26
Na ₂ O	3,84	2,38
K ₂ O	3,13	3,45

Fuente: Veintimilla

Puzolana La puzolana son también conocida como Polvo Blanco en la Provincia de Cotopaxi, son bancos de arena volcánica, generalmente son usadas para hacer tabiques o ladrillos, las puzolanas, según su origen, se clasifican en dos grandes grupos el de las naturales y el de las artificiales.

Puzolanas Naturales: Los materiales denominados puzolanas naturales pueden tener dos orígenes distintos, puramente minerales y orgánicos.

Cascarilla de arroz

La cáscara de arroz como subproducto del cultivo del arroz, se caracteriza por su baja densidad, por ser aislante acústico y por su fácil manipulación, no oponiendo resistencia al corte, en lo que respecta al fuego se ha comprobado no ser inflamable y de condiciones aceptables no produce gases.

Figura 2. Apariencia de la cascarilla de arroz



Elaborado: Ángel Iza

La cáscara de arroz tiene una composición química parecida a la de la madera, es decir, celulosa, lignina, grasas y resinas, diferenciándose por una fuerte proporción de cenizas con un 18% en sílice.

Tabla 7. Propiedades de la cascarilla de arroz

Producto	Nombre comercial	Cascarilla de arroz
Propiedades Físicas	Estado físico	Solido granulado
	Color	Beige
	Solubilidad en el agua	Insoluble
	Densidad	0,12-0,13 g/ml
Propiedades Físicas	Humedad	Ninguna
	PH	Neutro
	Temperatura de descomposición	N/A
	Corrosiva	N/A
Reactividad	Inestabilidad	Estable
	Materiales a evitar	Ninguno
	Reacción de descomposición	Humedad mayor al 80%
Riesgo a la salud	Contacto con la piel	No causa ningún riesgo
	contacto con los ojos	Irritación
	Ingestión	No toxico

Elaborado por: Ángel Iza

PLÁSTICO PET

Los plásticos son sustancias orgánicas de alto peso molecular que se sintetizan a partir de compuestos de bajo peso molecular y se caracterizan por una alta relación resistencia/densidad; que son propiedades óptimas para el aislamiento térmico y eléctrico, también son resistentes a los ácidos y solventes.

Figura 3. Apariencia de Plástico Pet



Elaborado: Ángel Iza

Dichos materiales, entraron al mundo industrial hasta expandirse también en el campo de la construcción; y en la actualidad se emplean en elementos constructivos tales como pisos, cubiertas, a causa del crecimiento de la industria de los plásticos, han creado una dependencia sobre estos; generando un problema de tipo ambiental, debido a la acumulación de plásticos como desecho, ya que, sabiendo que pueden transformarse y reutilizarse, son desperdiciados indiscriminadamente a basureros sin importar si son plásticos considerados como reciclables.

Constituyen uno de los elementos reciclados más usados en todo el mundo cada vez son más los subproductos envasados en este material gracias a sus cualidades, en el caso de los envases de PET, no es necesario sacarle etiquetas ni tapas previo al proceso de triturado.

No se pueden utilizar envases procedentes de la industria agroquímica y en general, aquellos que puedan haber estado en contacto con sustancias tóxicas.

El procedimiento inicialmente se recolecta y clasifican las botellas PET en diferentes lugares de la ciudad para la fabricación de nuestros bioladrillos, que también se utilizara otro material indispensable como la cascarilla de arroz tomando en cuenta las características y propiedades de estos dos materiales que se empleara para el proceso de producción, para transformar el material los residuos plásticos son seleccionados, triturados con un molino, y así son incorporados a mezclas, sin necesidad de un lavado previo salvo en el caso que se utilicen residuos muy contaminados tomados de la basura, sin un acopio separado

Tabla 8 Características de plástico PET

Características de plástico PET
1. Liviano
2. Impermeable
3. Resistente a esfuerzos permanentes y al desgaste, ya que presenta alta rigidez y dureza
4. No toxico
5. Alta resistencia química y buenas propiedades térmicas
6. Totalmente reciclable
7. Estabilidad a la intemperie

Elaborado por: Ángel Iza

En la Tabla 9 se observa para la elaboración del ladrillo tradicional se emplea como fuente principal de materia prima el barro (arcilla) lo cual es una capa fértil de la tierra el humus es decir que se produce una desertificación del suelo, también se emplea aserrín ya que permite que se consuma mejor el ladrillo y da el color rojizo

Tabla 9. Composición de mezclas de un ladrillo tradicional

Componentes	(%) Proporción
Barro (Arcilla)	60
Agua	20
Aserrín	20

Elaborado: Ángel Iza

9.2 Examinar la mezcla adecuada para la producción de bioladrillos

Mediante el proceso de elaboración de los ladrillos tradicional se pudo determinar que se puede emplear materiales alternativos para su procedimiento de fabricación de bioladrillos.

En la Tabla 10 se muestra que para la elaboración del bioladrillos se emplea un 30 % de cemento, 20 % cascarilla de arroz, 20 % de agua, 15% de tierra, y 15 % de PET, para la elaboración de este bioladrillos se utiliza como fuente principal el plástico PET y cascarilla de arroz.

Tabla 10. Composición de la mezcla de bioladrillos

Componentes	(%) Proporción
Cemento	30%
Cascarilla de arroz	20%
Agua	20%
Tierra	15%
Plástico Pet	15 %

Elaborado por: Ángel Iza

En la siguiente tabla 11 se puede apreciar las cantidades en libras para la fabricación de bioladrillos lo cual esta detallado por unidades que se requiere para realizar

Tabla 11. Composición de la mezcla para la fabricación de bioladrillos

Plástico Pet	Cascarilla de arroz	Tierra	Cemento	Muestra	N de muestras
2lb	3lb	4lb	5lb	1	3
2lb	3lb	4lb	5lb	1	3

Elaborado: Ángel Iza

9.3 Analizar el proceso de fabricación de los bioladrillos

Para la fabricación del bioladrillos se procederá de la siguiente manera

Se fabrica el molde en madera con las dimensiones establecidas por los fabricantes, que son (300 x 150 x 95) mm; estos moldes son los usados para los ladrillos que se usan en los muros.

Figura 4. Molde para bioladrillo



Fuente: Microempresa Pilicita

9.4 Preparación de la mezcla

Inicialmente se procede a mezclar el cemento con caoba para obtener un tono rojizo para luego mezclar con arena cernida y materiales alternativos plástico pet molido y cascarilla de arroz, además se humedece la mezcla con 20 litros de agua.

Figura 5. Mezcla para bioladrillo



Fuente: Microempresa Pilicita

9.5 Elaboración del bioladrillos

Una vez humedecida la mezcla se procede a batir con una pala de forma manual hasta obtener la materia prima que sea manejable y apto para ubicar en los moldes lo cual los bioladrillos estarán listos para desmoldar pasado las 2 horas del día, luego se realiza el proceso de curado que consta en arrojar agua a los bioladrillos para que no se fisure con el sol.

Figura 6. Elaboración de bioladrillo



Fuente: Microempresa Pilicita

9.6 Análisis del costo - beneficio de los bioladrillos

Para determinar el costo de producción de los ladrillos (cascarilla de arroz, plástico pet) se calculó el precio de materia prima de cada tipo de ladrillo, mediante la sumatoria de los costos de cada uno de los componentes que componen el ladrillo. Posteriormente, se calcularon los gastos de la mano de obra empleada para la elaboración de los ladrillos. Para ello, se contrataron 2 trabajadores para elaborar 290 ladrillos en una jornada de 8 horas y a los que se les pago 10 dólares a cada uno por la jornada de trabajo. Finalmente, se determinó los costos indirectos de fabricación.

Para el cálculo del costo de producción de los ladrillos se utilizó la siguiente ecuación (Cano, 2014).

Ecuación 1 Costo de producción de ladrillos

$$CPD = MPD + MOD + CIF$$

Dónde:

CPD: Es el costo de producción del ladrillo (\$).

MPD: Es el costo de la materia prima del ladrillo (\$).

MOD: Es mano de obra directa (\$).

CIF: Son los costos indirectos de fabricación (\$)

Para establecer el precio de venta se realiza la sumatoria de los costos de materia prima, gastos en sueldos, gastos operativos aplicando la siguiente ecuación (Cano Abel, 2015)

Ecuación 2. Precio de venta de ladrillos

$$PV = \frac{P.COMPRA}{1-1\%}$$

Dónde:

PV: Precio de venta. (\$)

P. Compra: Es la sumatoria de los costos de materias primas, sueldos y gastos operativos. (\$)

1 -%: El porcentaje de utilidad depende de los factores tales como la calidad del producto como el producto terminado basado NTE INEN 490, en la norma norteamericana ASTM C 595. Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los cementos hidráulicos compuestos para la fabricación de ladrillos.

Para determinar el costo beneficio se realiza la resta de los ingresos y egresos que se obtuvo para la realización de los ladrillos por lo que se aplicó la siguiente ecuación:

Ecuación 3. Costo beneficio

$$CB = I - E$$

Dónde:

CB: Costo beneficio del ladrillo (\$)

I = Ingresos (\$)

E = Egresos (\$)

Determinar la resistencia mecánica de los bioladrillos y ladrillos tradicionales

De acuerdo a la norma ecuatoriana INEN 294, a los ladrillos se les realizan las siguientes pruebas de calidad: resistencia a la compresión, y absorción de humedad (INEN, 2017). A continuación, se explica el procedimiento utilizado para la determinación de estos parámetros.

9.7 Resistencia a la compresión

El ensayo de resistencia a la compresión, tanto del ladrillo tradicional como bioladrillos, se realizó en el Laboratorio de la Facultad de ingeniería civil de la Universidad Técnica de Ambato (UTA) se utilizó la maquina SHIMADZU modelo 2000x. En siguiente Figura se puede apreciar una foto de este equipo.

Para realizar este ensayo se colocó en la maquina SHIMADZU los bioladrillos (Plástico PET y cascarilla de arroz), y el tradicional ladrillo quemado con 2 placas, una en la parte superior y otra en la parte inferior, y se calibró hasta un punto cero ajustes del ladrillo entre las dos placas. Posteriormente, se aplica una fuerza que va aumentando progresivamente hasta que se fragmente por completo los bioladrillos. La fuerza a la que se fragmenta el bioladrillos se utiliza en la ecuación 1 para determinar a la resistencia a la compresión (C).

Resistencia a la compresión se determina a través de la siguiente ecuación.

Ecuación 4. Resistencia a la compresión

$$C = \frac{P}{A}$$

Dónde:

C= resistencia a la compresión en mega pascales

P= La carga de rotura en newton

A = Área de la sección en milímetros

La superficie se calcula con la siguiente ecuación

Ecuación 5. Superficie del ladrillo

$$A = a \times l$$

Dónde:

a = ancho de la muestra en milímetros

l = Largo de la muestra en milímetros

Figura 7. Maquina SHIMADZU Modelo 2000X



Fuente: Laboratorio de ingeniería civil UTA

9.8 Determinación de la humedad de los bioladrillos

Los ensayos de humedad de los bioladrillos se lo realizo en los laboratorios de la universidad técnica de Ambato en la facultad de ingeniería civil lo cual se usó el procedimiento de pesar los tipos de bioladrillos en la balanza Lexus y se anotó el peso que tenía cada probeta de acuerdo a la norma establecida INEN 294 antes de sumergirla en el agua durante 24 horas para al día siguiente sacarlas y volver a pesar en la balanza para obtener los resultados de absorción de la humedad, para la cual se utilizara la siguiente ecuación (Ortiz, Espino Márquez, & Olvera Montes, 2011).

La absorción de cada muestra expresada en % se calcula por la siguiente ecuación.

Ecuación 6. Determinación de la humedad

$$\text{Absorcion \%} = + \frac{P2-P1}{P1} * 100$$

Donde

P1: masa de la muestra desecada kg

P2: masa de la muestra después de 24 horas sumergido kg

Figura 8. Colocación del bioladrillo en la balanza



Fuente: Laboratorio de ingeniería civil UTA

10 ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

La microempresa PILICITA está ubicada en la Provincia de Cotopaxi, cantón Saquisilí, Barrio calicanto, se dedica a la fabricación de ladrillos artesanales con barro lo cual al momento de entrar al proceso de cocción del ladrillo provoca una contaminación ambiental con el humo que genera estos hornos de leña que utiliza el propietario de esta empresa, Los materiales plástico pet y cascarilla de arroz son materiales alternativos que se utilizó para la fabricación de bioladrillos con el propósito de evitar el impacto ambiental por la razón de que estos materiales ya mencionados cumplen con características de resistencia mecánica y propiedades térmicas, son más livianos y no son inflamables, los bioladrillos que se elaboró se realizara pruebas de resistencia mecánicas de acuerdo a la norma INEN 294. Además, se utilizó la norma INEN 296 para saber cuánto de humedad adquiere estos bioladrillos para saber si son aptos para la construcción de viviendas y el costo de venta de este producto a las personas.

Figura 9. Bioladrillo de plástico pet y cascarilla

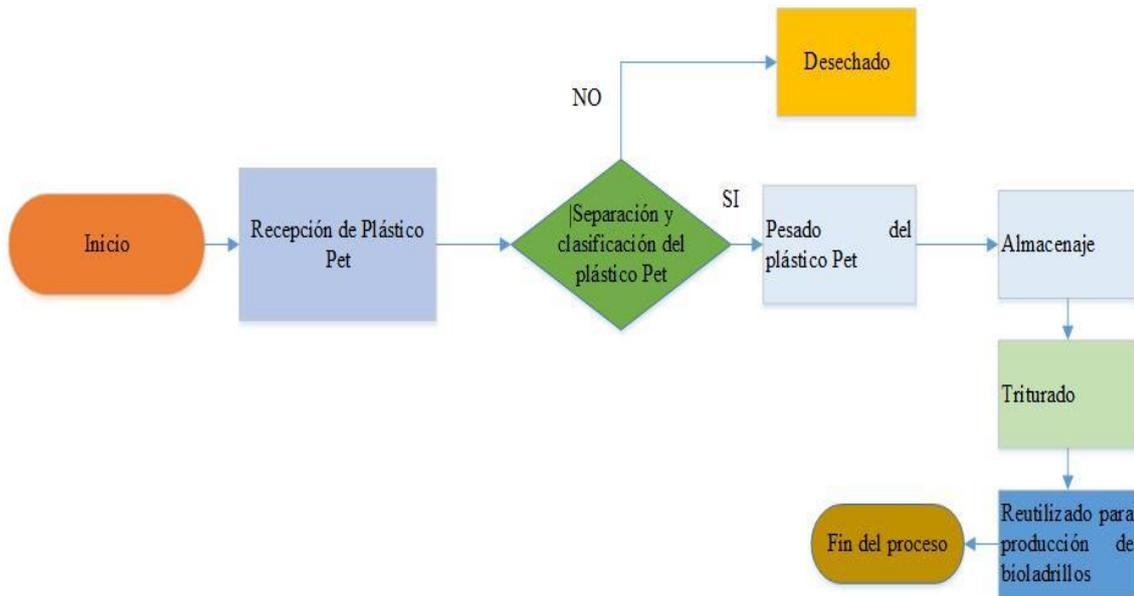


Fuente: Microempresa Pilicita

10.1 Proceso de reciclaje de plástico Pet

Gráfico 1. Proceso de reciclaje de plástico pet

Se puede observar el proceso de reciclaje que se pretende realizar para obtener la materia prima plástico pet para la fabricación de bioladrillos, con el fin de disminuir el impacto ambiental con los materiales que se encuentran en grandes cantidades desechadas sin proporcionar ningún beneficio al medio ambiente, tomando en cuenta la materia prima plásticos pet que sean aptos para el proceso de reutilización, ya que otros recipientes contienen sustancias contaminantes los cuales se desechara para otros procesos.

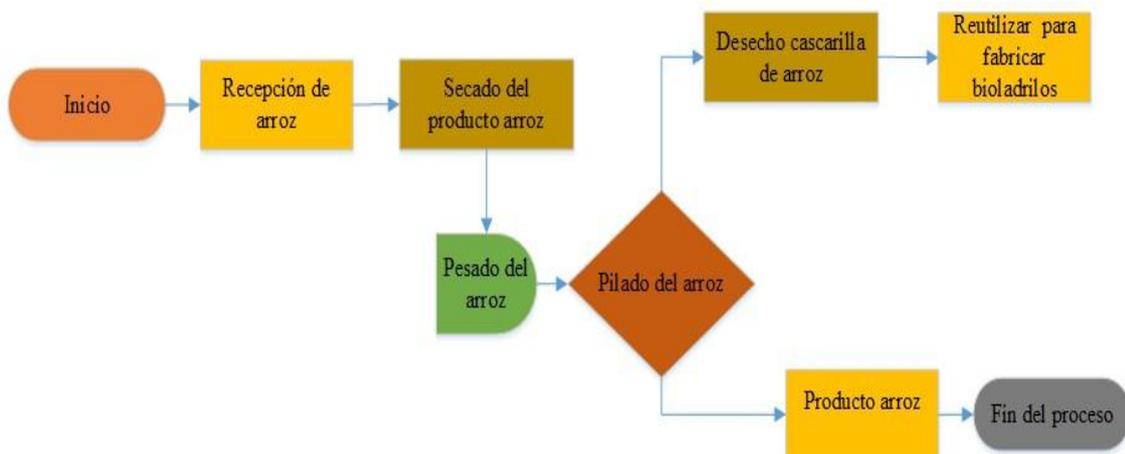


Elaborado: Ángel Iza

10.2 Proceso de Reciclaje de la cascarilla de arroz

Gráfico 2. Proceso de Reciclaje de la cascarilla de arroz

En el siguiente Gráfico se puede apreciar el proceso de reciclaje de la cascarilla de arroz mediante la obtención de la materia prima que es el arroz, ya que este proceso involucra para obtener la cascarilla para la reutilización del producto para utilizar como material de construcción para la fabricación de bioladrillos.



Elaborado: Ángel Iza

10.3 Proceso de elaboración de bioladrillos

Gráfico 3. Proceso de elaboración de los bioladrillos

En el siguiente Gráfico 3 se puede observar el proceso de fabricación de los bioladrillos en el cual se debe cumplir una serie de etapas de producción, para obtener el producto terminado.



Elaborado: Ángel Iza

10.4 Diagrama de proceso de bioladrillos

Gráfico 4. Diagrama de proceso de bioladrillos

En el siguiente diagrama se puede observar el proceso que se realizó en la fabricación de bioladrillos tomando en cuenta las áreas de producción, distancias y tiempos que se debe movilizar el operador para obtener la materia prima y producir los bioladrillos.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE BIOLADRILLOS								
EMPRESA: LADRILLERA PILICITA		TIEMPO TOTAL DE PROCESO:			80min			
METODO: ACTUAL		DISTANCIA:			22mtr			
ACTIVIDAD	SIMBOLO					TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	OBSERVACIONES
1 Adquisicion de materia prima	○	⇒	▽	D	□	10	3	
2 Medicion de cada materia prima	○	⇒	▽	D	□	8	4	
3 Proceso de molido de plastico pet	○	⇒	▽	D	□	15	2	
4 Mezcla de los materiales solidos	○	⇒	▽	D	□	5	0	No se traslada de area
5 Humedecer la mezcla con 20 lt de agua	○	⇒	▽	D	□	10	1	
6 Verificacion de la humedad de la mezcla	○	⇒	▽	D	□	3	0	No se traslada de area
7 Ubicar la mezcla en los moldes	○	⇒	▽	D	□	4	5	
8 Desmoldado de los bioladrillos	○	⇒	▽	D	□	7	0	No se traslada de area
9 Ubicar los bioladrillos en la sombra	○	⇒	▽	D	□	12	7	
10 proceso decurado de los bioladrillos con agua	○	⇒	▽	D	□	6	0	No se traslada de area
11 Fin del proceso	○	⇒	▽	D	□	80	22	

Elaborado: Ángel Iza

10.5 Costo - beneficio de los bioladrillos con materiales alternativos

En la Tabla 12 se muestra el costo de producción del bioladrillos con el costo diario y costo mensual en la elaboración con materiales alternativos (Tierra, cascarilla de arroz y Plástico Pet) tomando en cuenta el costo de la materia prima, costo de mano de obra y costos indirectos de fabricación, lo cual no se considera el mantenimiento como un gasto diario por la razón que se realiza dos veces por mes, del cual sale un costo de 0,28 centavos cada bioladrillo.

Tabla 12. Costo de producción de bioladrillos de plástico pet y cascarilla de arroz

BIOLADRILLO DE PLÁSTICO PET Y CASCARILLA DE ARROZ			
COSTO DE MATERIA PRIMA (290 ladrillos)		Costo Diario	Costo Mensual
Cemento	\$ 31,2	\$ 59,36	\$ 1.187,20
Tierra	\$ 20		
Plástico Pet	\$ 5		
Cascarilla de arroz	\$ 3,00		
Agua	\$ 0,16		
COSTO MANO DE OBRA (2 trabajadores)			
trabajador 1	\$ 10,00	\$ 20,00	\$ 400,00
trabajador 2	\$ 10,00		
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN			
Gasto Energético	\$ 0,16	\$ 1,29	\$ 25,80
Mantenimiento	\$ 12,50	0	\$ 25,00
TOTAL		\$ 80,65	\$ 1.638,00
COSTO UNITARIO DEL BIOLADRILLO		\$ 0,28	

Elaborado: Ángel Iza

En la Tabla 13 se muestra el costo de producción de los bioladrillos con el costo diario y costo mensual en la elaboración de los bioladrillos de tierra y cascarilla de arroz tomando en cuenta el costo de la materia prima, costo de mano de obra y costos indirectos de fabricación, lo cual no se considera el mantenimiento como un gasto diario por la razón que se realiza dos veces por mes teniendo un costo unitario de producción de 0,26 centavos cada bioladrillo.

Tabla 13. Costo de producción de bioladrillos de cascarilla de arroz

BIOLADRILLO DE CASCARILLA DE ARROZ			
COSTO DE MATERIA PRIMA (290 ladrillos)		Costo Diario	Costo Mensual
Cemento	\$ 31,20	\$ 52,95	\$ 1.059,00
Barro	\$ 17		
Cascarilla de arroz	\$ 4,50		
Agua	\$ 0,16		
COSTO MANO DE OBRA (2 trabajadores)			
trabajador 1	\$ 10,00	\$ 20,00	\$ 400,00
trabajador 2	\$ 10,00		
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN			
Gasto Energético	\$ 0,16	\$ 1,29	\$ 25,80
Mantenimiento	\$ 12,50	0	\$ 25,00
TOTAL		\$ 74,24	\$ 1.509,80
COSTO UNITARIO DEL BIOLADRILLO		\$ 0,26	

Elaborado: Ángel Iza

10.6 Determinación del precio de los bioladrillos

En la tabla 14 se puede observar los datos que se considera para establecer el precio que tendrá los bioladrillos considerando el costo de la materia prima, sueldo de los trabajadores por hora y costos indirectos de fabricación.

Tabla 14. Precio de bioladrillos

Materia prima	\$ 59,36
Sueldo por hora (2 trabajadores)	\$ 2,50
Costos indirectos de fabricación	\$ 1,29
Total	\$ 63,15

Elaborado: Ángel Iza

$$PV = \frac{P \cdot COMPRA}{1 - 30\%}$$

$$PV = \frac{\$ 63,15}{1 - 0,30}$$

$$PV = \frac{\$ 90,21}{290 \text{ Ladrillos}}$$

$$PV = \$ 0,31$$

El porcentaje de utilidad depende de los factores tales como la calidad del producto como el producto terminado basado NTE INEN 490, en la norma norteamericana ASTM C 595. Cemento compuesto tipo IP cumplirá con los requisitos de la norma establece que deben cumplir los compuestos para la fabricación de ladrillos.

En la tabla 15 se muestra el costo beneficio de los bioladrillo de plástico Pet y cascarilla de arroz de acuerdo al costo de venta que tendrá al público general y se considera los ingresos de la venta del producto terminado, los egresos que se tiene para la producción y el efectivo que generara para la ganancia de la microempresa

Tabla 15. Costo beneficio de bioladrillos de plástico pet y cascarilla de arroz

Bioladrillos de plástico Pet y cascarilla de arroz	
costo de venta	\$ 0,31
costo de venta diaria (290)	\$ 89,90
Ingresos (5800)	\$ 1.798,00
Egresos	\$ 1.638,00
CB	I-E
CB	\$ 160,00

Elaborado: Ángel Iza

10.7 Costo Beneficio de los bioladrillos de cascarilla de arroz

En la tabla 16 se muestra el costo beneficio de los bioladrillo de cascarilla de arroz de acuerdo al costo de venta que tendrá al público general y se considera los ingresos de la venta del producto terminado, los egresos que se tiene para la producción y el efectivo que generara para la ganancia de la microempresa.

Tabla 16. Costo beneficio de los bioladrillos de cascarilla de arroz

Bioladrillos de Cascarilla de arroz	
costo de venta	\$ 0,31
costo de venta diaria (290)	\$ 89,90
Ingresos (5800)	\$ 1.798,00
Egresos	\$ 1.509,80
CB	I-E
CB	\$ 288,20

Elaborado: Ángel Iza

En la tabla 17 se observa el costo que tiene el ladrillo quemado que se vende al público general, mediante el análisis se puede mencionar que los bioladrillos tienen un menor costo que los ladrillos tradicionales de barro.

Tabla 17. Costo de ladrillo de barro quemado

Ladrillo de barro quemado	
Costo de venta	\$ 0,33

Elaborado: Ángel Iza

10.8 Resistencias mecánicas de los bioladrillos y ladrillos tradicionales

Los ensayos de resistencia a la compresión se lo realizo en los laboratorios de la facultad de ingeniería civil de la Universidad Técnica de Ambato y se obtuvieron los siguientes resultados:

En la Tabla 18 se muestra los resultados de los ensayos de compresión de los bioladrillos de plástico pet y cascarilla de arroz, bioladrillos de cascarilla de arroz y ladrillos quemados de barro de acuerdo la norma INEN 297.

Tabla 18. Resistencia a la compresión (MPa) de los diferentes tipos de ladrillos

Resultados del ensayo de compresión				
Tipos de ladrillos	Área ladrillo cm ²	Carga máxima registrada (Kgf)	Resistencia de compresión (kg/cm ²)	Resistencia de compresión(Mpa)
Bioladrillo de cascarilla de arroz	450,00	438,83	97,5	9,75
Bioladrillo de cascarilla de arroz sumergido	450,00	242,73	53,9	5,39
Bioladrillo de plástico pet y cascarilla de arroz	450,00	896,75	192,2	19,92
ladrillo de barro quemado	510,00	85,91	16,8	1,24

Fuente: Universidad Técnica de Ambato

En la Tabla 19 se describen las resistencias de compresión de cada ladrillo de acuerdo a la Normativa INEN 294, del cual los bioladrillos de (plástico PET y cascarilla de arroz, cascarilla de arroz y ladrillos de barro) cumplen con los requisitos establecidos por la norma antes dicha.

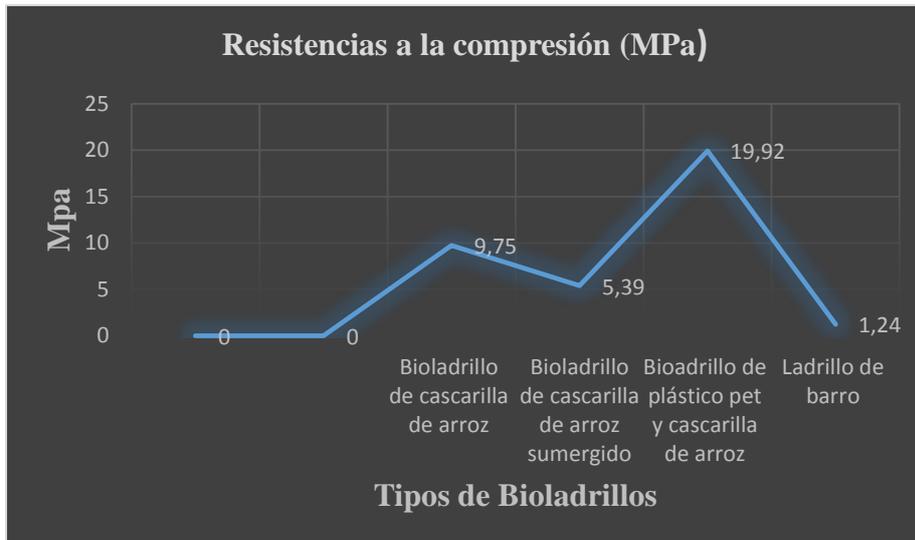
Tabla 19. Comparación de resistencias a la compresión de bioladrillos y ladrillos tradicionales

Tipos de ladrillos	Dimensiones (mm)	Edad del ladrillo (días)	Resistencias a la compresión (MPa)	Norma Resistencia de compresión INEN 294
Ladrillo de cascarilla de arroz	300x150x95	30	9,75	6 Mpa
Ladrillo de cascarilla de arroz sumergido	300x150x95	30	5,39	6Mpa
Ladrillo de plástico pet y cascarilla de arroz	300x150x95	30	19,92	20 Mpa
Ladrillo de barro	340x150x100	33	1,24	2 Mpa

Fuente: Universidad Técnica de Ambato

10.9 Resistencia a la compresión de los bioladrillos

En el gráfico 5 se muestra que los bioladrillos de plástico pet y cascarilla de arroz tiene una mejor resistencia a la compresión (19,92 Mpa) al ser que no se utiliza el proceso de cocción siendo capaz de resistir una carga similar a los ladrillos tradicionales de barro quemado.

Gráfico 5. Resistencia a la compresión de los bioladrillos

Fuente: Universidad Técnica de Ambato

10.10 Determinación de la humedad de los bioladrillos

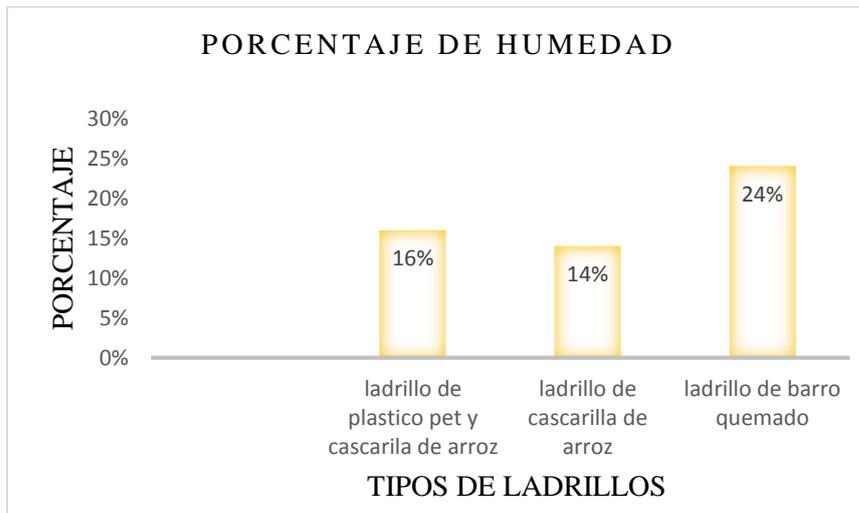
En la tabla 20 se puede observar los tipos de ladrillos que se utilizó para determinar la humedad de cada uno para este proceso debíamos medir en una balanza y luego para sumergirlo en agua durante 24 horas y medir cuando de porcentaje adquirió.

Tabla 20. Humedad de ladrillos

Tipos de ladrillos	Muestra seca (kg)	Muestra sumergida (Kg)	Porcentaje de humedad
ladrillo de plástico Pet y cascarilla de arroz	6,348	7,877	16%
ladrillo de cascarilla de arroz	6,766	7,708	14%
ladrillo de barro quemado	7,342	9,127	24%

Elaborado: Ángel Iza

En el gráfico 6 se observa en el diagrama de porcentaje de humedad los resultados que adquirió los bioladrillos y ladrillos tradicionales presentando variaciones que van desde el 1 al 25%, según la Norma INEN 296 aunque generalmente un ladrillo se considerado de buena absorción manteniéndose siempre bajo el 20%”.

Gráfico 6. Porcentaje de Humedad

Elaborado: Ángel Iza

En la tabla 21 se puede observar las características que posee el ladrillo tradicional de barro como la resistencia a la compresión, costo de venta al público.

Tabla 21. Prueba de ladrillos de barro

Prueba de ladrillos de barro	
Resistencia a la compresión	20 Mpa
Costo de Venta c/u	\$ 0.33
Tiempo de fraguado	3 horas
Contaminación ambiental	11,30%

Elaborado: Ángel Iza

En la tabla 22 se puede apreciar las características que posee nuestro bioladrillo de plástico pet y cascarilla de arroz de acuerdo a los ensayos realizados, costo de fabricación

Tabla 22. Prueba de bioladrillo plástico pet y cascarilla de arroz

Prueba de bioladrillo de plástico pet y cascarilla de arroz	
Resistencia a la compresión	19,92 Mpa
Costo de Venta c/u	\$0,31
Tiempo de fraguado	2 horas
Contaminación ambiental	0%

Elaborado: Ángel Iza

Mediante el análisis de las tablas de tipos de ladrillos se puede determinar que los ladrillos tradicionales tienen una resistencia de 20 Mpa siendo capaz nuestro bioladrillo soporta una resistencia a la compresión similar, tomando en cuenta que este producto no requiere el proceso de cocción del material, agilitando las horas de trabajo y requiere bajo nivel de energía para su fabricación.

11 IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

11.1 Impacto técnico

Dentro de la investigación realizada se pudo observar, que la microempresa PILICITA no se ha realizado ensayo de resistencia de los ladrillos que se produce, además el costo varía de acuerdo a las dimensiones que lo elaboran, por la cual se lo realizó costo beneficio de los productos terminados en la microempresa, y además se lo realizó ensayos de resistencia de compresión de los ladrillos de barro quemado, bioladrillos de cascarilla de arroz y plástico Pet y bioladrillos de cascarilla de arroz como productos alternativos que sean certificados y aptos para la construcción de viviendas.

11.2 Impacto ambiental

En la actualidad, la preocupación por el tema ambiental está tomando importancia en las distintas microempresas del país, Es por ello se quiere concientizar a las personas mediante campañas de reciclaje a utilizar materiales alternativos aptos para el proceso de reutilización y disminuir el impacto ambiental que ocasiona esta materia prima que tardan años en degradarse y utilizar para la fabricación de ladrillos, como alternativa de reemplazar el proceso de cocción y así evitar las emanaciones de gases tóxicos que perjudica al medio ambiente y a los seres humanos.

11.3 Impacto económico

A nivel económico en la elaboración del ladrillo a partir de materiales alternativos será más factible por la razón que se lo considera más económico en un 16% que los ladrillos tradicionales que se podrá adquirir para la construcción de viviendas y disminuir el gasto total y agilizar las horas de trabajo por la razón que es más liviano, y utilizar este producto como material sustentable.

11.4 Impacto social

Mediante la evaluación y fabricación de bioladrillos, las empresas y microempresas dedicadas a la elaboración de ladrillos tradicionales, y construcción, generaran fuentes de trabajo en el sector rural del cantón Saquisilí, y comercializaran sus productos a nivel local y nacional por la razón que cuentan con resultados certificados que son aptos para la edificación, generando un desarrollo y dinamismo económico en su sector. Es por ello que acorde a los impactos sociales, las microempresas deberían implementar este producto por la razón que estos materiales alternativos son aptos para la reutilización y conservando el medio ambiente y cumpliendo con los requisitos de calidad.

12 PRESUPUESTO PARA EL PROYECTO

En la siguiente tabla 23 se muestra el presupuesto invertido para el trabajo de investigación y los recursos que se utilizó, equipos de ensayos, suministros y material bibliográfico.

Tabla 23. Presupuesto para el proyecto de investigación

PRESUPUESTO PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN				
Recursos	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
Costos Directos				
Materia Prima				\$ 0
Cemento	4 Quintales	1	\$ 7,80	\$ 31,20
Tierra	1 Volqueta	1	\$ 20	\$ 20
Barro	1 Volqueta	1	\$ 17	\$ 17
Cascarilla de arroz	2 Quintales	1	\$ 1,50	\$ 3
Plástico Pet	4 Quintales	1	\$ 2	\$ 8
Agua	162 Litros	1	\$ 0	\$ 0,16
Equipos de ensayos				0
Ensayo de resistencia a la compresión	6 Ladrillos	1 ladrillo	\$ 8,40	\$ 50,40
Ensayo de Humedad	3 ladrillos	1 ladrillo	\$ 0	\$ 0
Suma total				\$ 130

Elaborado: Ángel Iza

Costos Indirectos	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
Transporte y salida de campo				
Viajes que se realizó a la universidad técnica de Cotopaxi para avance del proyecto	70 Viajes	1	1,3	\$ 91
Viajes que se realizó a la Escuela Politécnica Nacional para ensayos de bioladrillos.	2Viajes	1	5,35	\$ 5,35
Viajes que se realizó a la Universidad Técnica de Ambato para ensayos de bioladrillos.	7 Viajes	1	6	\$ 42
Viajes a la microempresa Pilicita	8 Viajes	1	0,90	\$ 7,2
Materiales y Suministros				\$ 0
Esferos	3	1	0,35	\$ 1,05
Cuadernos	1	1	1,5	\$ 1,5
Material Bibliográfico				\$ 0
Internet	100 Horas	1 h	0,75	\$ 75
Impresiones Blanco/ Negro	70	1	0,05	\$ 3,5
Impresiones a color	210	3	0,10	\$ 21
Anillados	4	1	1,5	\$ 6
Empastados	2	1	15	\$ 30,00
Alimentación	10	1	2	\$ 20
Suma Total				\$ 303,6

Elaborado: Ángel Iza

Total, de Costos: Costos directos + Costos indirectos

Total, de Costos: \$ 130 + \$ 303,60

Total, de Costos: \$ 433,00

13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en los ensayos de compresión de los bioladrillos tipo A presentan una resistencia de 19,92 Mpa 4% menos que el valor de 20 Mpa indicada en la normativa INEN 294 con respecto al ladrillo tipo A con ángulos rectos y aristas rectas asemejando con las características que mencionadas para la construcción de viviendas.
- Mediante los resultados obtenidos del porcentaje de humedad nuestros bioladrillos de plástico pet y cascarilla de arroz se obtuvo un porcentaje del 16% manteniendo en el rango establecido en la norma INEN 296.
- En el aspecto económico la diferencia que existe entre el bioladrillo de plástico pet y cascarilla de arroz y ladrillos de barro se tiene un ahorro del 6% siendo un porcentaje más accesible para la compra del producto.
- Mediante el proceso de reutilización de los materiales se determinó que la tiene un beneficio sostenible de disminuir el impacto ambiental, para nuevos productos de fabricación con el cuidado del medio ambiente.
- El procedimiento de fabricación de los bioladrillos de plástico pet y cascarilla de arroz no requiere el proceso de cocción debido a que este utiliza cemento para su secado rápido y requiere bajo nivel de energía para su fabricación

RECOMENDACIONES

- En base a la planificación planteada se realizó el estudio a bioladrillos de plástico pet y cascarilla de arroz tipo A por lo que se podría ampliar la investigación al resto de tipos de ladrillos por razón que se podría tener beneficio por su producto terminado por sus caras lisas y ángulos rectos y reducir costos de fabricación de viviendas.
- Para una investigación más a fondo, se sugiere tomar en cuenta otros materiales alternativos con propiedades y características diferentes con el fin generar nuevos productos sostenibles ya que proporcionan beneficios importantes, y disminuir el impacto ambiental.
- Los Bioladrillos de plástico pet y cascarilla de arroz son una alternativa para sustituir los ladrillos tradicionales porque no se utiliza el procedimiento de cocción y sustituir materiales contaminantes, llantas, plástico y leña para encender los hornos y aumentar el recurso económico a las microempresas.
- Al finalizar la fabricación de cada uno de los bioladrillos de plástico pet y cascarilla de arroz, se deben retirar los moldes y rebabas con el respectivo cuidado para que no se fisure las aristas y que la superficie sea en lo posible liso de esta manera se tendrá un producto de mejor calidad.
- Para un mayor análisis de las propiedades mecánicas de compresión en los bioladrillos de plástico pet y cascarilla de arroz se propone realizar ensayos con bioladrillos secos y demostrar cuanto es la diferencia de resistencia mecánica entre un seco y un húmedo.

14 BIBLIOGRAFÍA

- AMORÓS, Martha (2014) Desarrollo de un nuevo ladrillo de tierra cruda, con aglomerantes y aditivos estructurales de base vegetal. (Tesis) (Ing. Amo). Politécnica de Madrid, Escuela de ingeniería, Madrid-España. Recuperado de: <http://www.pdfsp.com/file/8on/universidad-politcnica-de-madrid-archivo-digital-upm.html> 24/11/14
- BUZÓN, Jorge (2011) Uso del cuesco de la palma africana para la fabricación de bloques y adoquines de mampostería. (Tesis) (Ing. Civil). Corporación Universitaria de la Costa, Facultad de Ciencias, San Cristóbal-Venezuela. pp.1-9. Recuperado de: <http://www.laccei.org/LACCEI2009-Venezuela/p202.pdf> 24/11/14
- CABO, María. Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción. (Tesis) (Ing. Agrónomo). Universidad Pública de Navarra, Escuela de Agronomía, Navarra-España. 2011, pp.39-42. Recuperado de <http://academicae.unavarra.es/bitstream/handle/2454/4504/577656.pdf?sequence=1> 27/11/14
- CONRADO, Andrés (2009) Fabricación de ladrillos ecológicos a partir de residuos de la palma africana (*Elaeis guineensis*) en combinación con fibras vegetales. (Tesis) (Ing. Agro Industrial). Universidad de las Américas, Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Quito Ecuador, pp.7-15. Recuperado de: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/559> 28/11/15
- Demir, I. (2008). Effect of organic residues addition on the technological properties of clay bricks. *Waste Management*,28(3),622–627. 87 <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.03.019>
- Esteban Molina. (2010). Evaluación del uso de la cascarilla de arroz en la fabricación de bloques de concreto.
- Farias, J.A (2015). Ecobricks.Recuperado el 30 de junio de 2018, de <https://ladriarg-elbajo.blogspot>.
- Fuentes Molina, Natalia; Fragoso (2015) Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 25, núm. 2, 2015, pp. 99-116 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91142868006>
- Gatani M, Gaggino R, Arguello R. (2011) Manual de producción y aplicación del ladrillo Pet. Buenos Aires: Nobuko.

- Guía para la Eco eficiencia; Recuperado el 02 de agosto de 2018; <http://www.forumambiental.org/pdf/guiacast.pdf>
- INEN297. (2016). Requisitos de resistencia mecánica y absorción de la humedad que debe cumplir los ladrillos.
- Ladrillos Ecológicos, Ventajas y Desventajas; Sánchez Ortiz, Juan José; Recuperado el 28 de agosto de 2011. ¿Recuperado de: <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=2738>
- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC Capítulo 1 Cargas Y Materiales Enero – 2013
- Norma Ecuatoriana de la construcción NEC ensayos de compresión de ladrillos.
- Paz, M. (2016). El colombiano. Recuperado el 30 de junio de 2018, de <http://www.elcolombiano.com/antioquia/maquina-paisa-acelera-la-produccion-deecoladrillos-DX7541984>
- PÉREZ, Laura (2009) Materiales ecológicos para la construcción de viviendas. (Tesis) (Ing. Civil). Veracruz, Facultad de ingeniería, Coatzacoalcos-México. 2011, pp.16-67 <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/30368/1/PerezPolito.pdf> 22/11/14
- POZO, Carla (2011) Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en la fabricación de bloques ecológicos para mampostería liviana. (Tesis) (Ing. Biotec. Amo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias químicas, Riobamba-Ecuador., pp.41, 42 http://www.uclm.es/area/ing_rural/Hormigon/Temas/Cementos_RC08.pdf 22/11/14
- Romo ML, Cervera LE, y Córdova G. 2013. Estudio urbano-ambiental de las ladrilleras en el municipio de Juárez. México: Universidad Autónoma de Baja California; 2004. (Recuperado el 02 de agosto del 2018). En: <http://redalyc.org/articulo.¿A?id=53050901>
- Serrano F; Pérez Ruiz. (2017) Residuos inertes para la preparación de ladrillos con material reciclable. Una práctica para protección del ambiente Industrial Data, vol. 20, núm. 1, 2017, Universidad Nacional Mayor de San Marcos [Fecha de consulta: 8 de julio de 2018] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81652135016>

- Sutton, A., Black, D., & Walker, P. (2011). Unfired clay masonry: An introduction to low impact building materials, 1–6. [https://doi.org/ISBN 978-1-84806-227-6](https://doi.org/ISBN%20978-1-84806-227-6)
- The Brick Industry Association. (2012). Technical Notes 9 - Manufacturing of Brick. Technical Notes on Brick Construction, (December), 1–7.
- Valvuela, S.; Mena, M. y García, C. (2015). Evaluación de la resistencia a la compresión en morteros de pega de acuerdo con la dosificación establecida por el código Sismo Resistente Colombiano. Estudio de caso. Revista Tecnura, 20(48), 115-122.
- Veintimilla, J. (2016). Salón hogar. Obtenido de http://www.salohogar.com/est_soc/mundo/

15 ANEXOS

➤ Hoja de vida del tutor

DATOS PERSONALES:

Nombres: Freddy Eduardo Quinchimbla Pisuña

Cedula de ciudadanía: 171931050-8

Nacionalidad: Ecuatoriano

Teléfono cel.: 0998976099

ESTUDIOS:

Universitarios: Ingeniero Mecánico Automotriz
Magister en Ingeniería Mecánica con Mención Sistemas
De Transporte

Hoja de vida Autor

DATOS PERSONALES:

Nombres: Ángel Rubén Iza Toapanta

Fecha de nacimiento: 6 de septiembre de 1992

Edad: 26 años

Estado Civil: Soltero

Cedula de ciudadanía: 050365007-9

Nacionalidad: Ecuatoriano

ESTUDIOS:

Primarios: Escuela Fiscal Mixta “Carlos Montufar”

Secundarios: Colegio Nacional Saquisilí

Fotografías de Microempresa “Pilicita”

Anexo.1 Maquina para cernir el barro



Fuente: Microempresa Pilicita

Anexo. 2 Maquina cernir los grumos.



Fuente: Microempresa Pilicita

Anexo 3. Mezcla para la elaboración



Fuente: Microempresa Pilicita

Anexo 4. Elaboración de ladrillos tradicionales



Fuente: Microempresa Pilicita

Anexo 5. Proceso terminado del ladrillo



Fuente: Microempresa Pilicita

Anexo 6. Proceso de secado



Fuente: Microempresa Pilicita

Anexo 7. Mezcla de tierra con cemento



Fig

Fuente: Microempresa Pilicita

Anexo 8. Mezcla de la cascarilla de arroz



Fuente: Microempresa Pilicita

Anexo 8. Mezcla con platico Pet



Fuente: Microempresa Pilicita

Anexo 9. Ubicar la mezcla en los moldes



Fuente: Microempresa Pilicita

Anexo 11. Bioladrillos



Fuente: Microempresa Pilicita

Anexo 12. Humeder bioladrillos.



Fuente: Laboratorios de Ingeniería Civil (UTA)

Anexo 13. Secado de bioladrillos para ensayos



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil

Anexo 14. Medición de humedad



Fuente: Laboratorio de ingeniería Civil (UTA)

Anexo 15 Maquina para compresión



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil UTA

Anexo 16. Ensayo de compresión bioladrillo



Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil UTA

Anexo 17. Medición de compresión

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil UTA

Anexo 18. Humeder ladrillos tradicionales

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil UTA

Anexo 19. Medición de ladrillos seco

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil UTA

Anexo 19. Medición de ladrillos humedecidos

Fuente: Laboratorio de Ingeniería Civil UTA