



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN

DEL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

**“Estudio de factibilidad para la fabricación y comercialización
de ladrillos ecológicos a base de plásticos reciclados”**

Autor:

Cobeña Moreira Andy Jose

Tutor de Titulación:

Dra. Karen Estefanía Zambrano Roldán, PhD.

Manta - Manabí - Ecuador

2025

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y ARQUITECTURA**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“Estudio de factibilidad para la fabricación y comercialización de ladrillos ecológicos a base de plásticos reciclados”

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Aprobado por el Tribunal Examinador:

DECANO DE LA FACULTAD
Ing.

DIRECTOR
Ing.

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

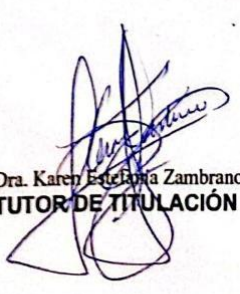
Certificación del Tutor

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Cobeña Moreira Andy Jose**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico **2025-1**, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **"Estudio de factibilidad para la fabricación y comercialización de ladrillos ecológicos a base de plástico reciclado"**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.



Dra. Karen Estefanía Zambrano Roldán, PhD
TUTOR DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS

Cobena Moreira Andy Jose, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado **"Estudio de factibilidad para la fabricación y comercialización de ladrillos ecológicos a base de plástico reciclado."** Es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Dra. Karen Estefanía Zambrano Roldán y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Cobena Moreira Andy Jose
C.I. 1315291292



Dra. Karen Estefanía Zambrano Roldán
C.I. 0923440721

Dedicatoria

Dedico este trabajo, en primer lugar, a mis padres, quienes me apoyaron incondicionalmente desde el primer momento, impulsándome siempre a no rendirme y a mantenerme firme en la búsqueda de mis objetivos. Su confianza y ejemplo han sido la mayor motivación en este camino académico y personal.

Extiendo también esta dedicatoria a mis amigos, verdaderos pilares que, con su compañía, consejos y ánimo constante, hicieron más llevadero este proceso de formación. De igual manera, agradezco a cada una de las personas que tuve la fortuna de encontrar en este recorrido, pues con palabras de aliento y gestos de apoyo contribuyeron a que pudiera continuar y culminar esta meta.

Finalmente, dedico este logro a mí mismo, por la perseverancia y la disciplina que me permitieron superar las dificultades, entendiendo que cada esfuerzo y cada sacrificio han valido la pena para alcanzar este objetivo tan importante.

Reconocimiento

Estoy muy agradecido con mi tutora de tesis, no solo por guiarme y compartir sus conocimientos, sino también por la paciencia y el empeño que puso en cada paso de este camino. Su apoyo hizo una gran diferencia para mí.

También quiero dar las gracias de corazón a los profesores de la carrera. Cada clase, cada consejo y cada reto nos dio herramientas valiosas para mi formación como profesional.

A mis compañeros del trabajo, gracias por el apoyo entre todos, por las palabras de ánimo cuando las cosas se ponían difíciles y por haber compartido conmigo este camino lleno de aprendizajes.

Índice de Contenido

Dedicatoria	5
Reconocimiento	6
Índice de Contenido	7
Índice de Figuras.....	11
Índice de tablas	12
Resumen Ejecutivo	14
Abstract.....	16
Introducción.....	17
Antecedentes	19
Planteamiento del problema.....	23
Formulación del problema	23
Objetivos	24
Objetivo General.....	24
Objetivos Específicos	24
Justificación.....	25
Capítulo I.....	27
1 Fundamentación Teórica	27
1.1 Bases Teóricas	27
1.1.1 Contexto y Problemas Ambientales Asociados al Plástico	27
1.1.2 Historia y Materiales de Construcción Tradicionales	28

1.1.3	Materiales de Construcción Tradicionales vs. Alternativos	28
1.1.4	Evolución de los Materiales hacia Opciones más Sostenibles ...	30
1.1.5	Importancia de la Sostenibilidad en la Construcción	31
1.1.6	Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) Relacionados	32
1.1.7	ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura	34
1.1.8	Introducción a los Ladrillos Ecológicos	35
1.1.9	Ladrillos Ecológicos: Características y Ventajas	36
1.1.10	Materias Primas para la Producción de Ladrillos Ecológicos	37
1.1.11	Plásticos Reciclados como Materia Prima	37
1.1.12	Otros Componentes: Aglutinantes, Aditivos y Rellenos	38
1.1.13	Producción de Ladrillos Tradicionales vs. Ladrillos Ecológicos ..	39
1.1.14	Propiedades y Caracterización de los Ladrillos Ecológicos	41
1.1.15	Propiedades Físicas y Mecánicas	43
1.1.16	Absorción de Agua y Permeabilidad al Vapor de Agua	43
1.1.17	Aislamiento Térmico y Acústico	44
1.1.18	Durabilidad y Envejecimiento	45
1.1.19	Impacto Ambiental y Análisis de Ciclo de Vida (ACV)	46
1.1.20	Evaluación del Periodo de Duración del Ladrillos Ecológicos	47
1.1.21	Disposición Final	48
1.1.22	Cálculo de la Huella de Carbono y Huella Hídrica	49
1.1.23	Comparación del Impacto Ambiental con Ladrillos Tradicionales	53

1.2	Marco Legal y Ambiental	54
1.2.1	Constitución de la República del Ecuador	54
1.2.2	Código Orgánico del Ambiente y Ley de Gestión Ambiental	55
1.2.3	Normas INEN sobre materiales de construcción y reciclaje	56
1.2.4	Ordenanzas municipales sobre residuos	58
1.2.5	Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible	59
1.3	Marco Metodológico.....	60
1.3.1	Modalidad de la Investigación	60
1.3.2	Enfoque	62
1.3.3	Nivel de Investigación.....	62
1.3.4	Diseño de la Investigación	63
1.3.5	Técnicas de Recolección de Datos.....	64
1.3.6	Plan de Recolección de dato	65
1.3.7	Población y Muestra	67
1.3.8	Procesamiento y Análisis de la Información	68
2	Capítulo 2: Estudio de Campo	70
2.1	Análisis e interpretación de Mercado	70
3	Capítulo III: Plan de Negocios.....	81
3.1	Estudio de Mercado	81
3.1.1	Segmentación del mercado	81
3.1.2	Análisis PESTEL.....	83

3.1.3	Análisis FODA	85
3.1.4	Análisis PORTER	87
3.1.5	Marketing Mix (4P's)	89
3.2	Estudio Técnico	91
3.2.1	Localización de Planta	91
3.2.2	Identificación de proveedores estratégicos.....	91
3.2.3	Especificación de maquinaria y equipos	93
3.3	Estudio Organizacional y Ambiental	101
3.3.1	Propuesta de estructura organizativa de la microempresa	101
3.3.2	Cumplimiento de normas ambientales.....	102
3.3.3	Manejo de residuos no reutilizables.....	102
3.3.4	Plan de responsabilidad social y ambiental	103
3.4	Estudio Económico y Financiero.....	103
3.4.1	Inversión inicial estimada.....	103
3.4.2	Costos de operación y producción mensual	105
3.4.3	Flujo de caja proyectado (3 a 5 años).....	107
3.4.4	Análisis del punto de equilibrio	110
3.4.5	Indicadores de rentabilidad.....	112
3.4.6	Análisis de sensibilidad.....	114
3.4.7	Fuentes de financiamiento.....	117
	Conclusiones	119

Recomendaciones	121
4 Bibliografía	123
5 Anexos	129

Índice de Figuras

Figura 1	70
Figura 2	70
Figura 3	71
Figura 4	72
Figura 5	72
Figura 6	73
Figura 7	74
Figura 8	74
Figura 9	75
Figura 10	76
Figura 11	77
Figura 12	77
Figura 13	78
Figura 14	79
Figura 15	79
Figura 16	80
Figura 17	91
Figura 18	93
Figura 19	95

Figura 20	96
Figura 21	96
Figura 22	97
Figura 23	97
Figura 24	98
Figura 25	98
Figura 26	99
Figura 27	111

Índice de tablas

Tabla 1	40
<i>Tabla 2</i>	65
Tabla 3	82
Tabla 4	86
Tabla 6	101
Tabla 7	103
Tabla 8	104
Tabla 9	105
Tabla 10	106
Tabla 11	108
Tabla 12	109
Tabla 13	109
Tabla 14	112
Tabla 15	112
Tabla 16	115

Tabla 17	115
Tabla 18	115
Tabla 19	117
Tabla 20	129

Resumen Ejecutivo

La creciente problemática ambiental derivada de la acumulación de desechos plásticos ha generado una necesidad urgente de soluciones innovadoras y sostenibles. En este contexto, el presente proyecto analiza la factibilidad para la fabricación y comercialización de ladrillos ecológicos a base de plásticos reciclados en la ciudad de Manta, Ecuador. Este producto surge para ayudar con dos problemas importantes: la crisis del medio ambiente y la falta de casas. ¿Cómo? Con una idea que cuida el planeta dentro de la construcción.

El proyecto se basa en usar plásticos PET reciclados, mezclados con cemento y arena, para crear ladrillos. Estos ladrillos no solo mantienen las características fuertes de los ladrillos normales, sino que también aportan un beneficio para el medio ambiente.

Usar este tipo de ladrillos es más que solo una idea nueva en la construcción: es una forma de bajar el daño al planeta y al mismo tiempo dar una solución real y fácil para el problema de las casas. Acumulación de residuos plásticos, sino que también promoverá la economía circular y el desarrollo de viviendas sostenibles y de bajo costo.

Con un enfoque cuantitativo, una modalidad básica de campo y bibliográfica, y un diseño no experimental y transversal, se harán encuestas a constructores, estudiantes de arquitectura de ingeniería civil y a personas con intenciones próximas de construcción en Manta. Esto para poder adquirir información clave sobre el mercado. El éxito de estos ladrillos depende mucho de la aceptación,

respaldo de las personas interesadas y de la disponibilidad continua del material reciclado. Angumba Pedro (2016) dice que con experiencias en otros países tuvo un buen grado de aceptación social.

En Manta, esta propuesta ayuda a problemáticas locales ya que esta es alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Su aplicación ayudaría a reducir los plásticos y disminuir los costos de construcción y a la misma vez generar trabajo a los mantenses.

Solorzano Yarelis (2024) describió que comprobar su potencial es necesario demostrar su rendimiento en construcciones, su aprobación social y el suministro estable del plástico PET reciclado, afirmando así su impacto tanto social como ambiental.

Abstract

The increasing accumulation of plastic waste poses an urgent environmental challenge that requires sustainable and innovative solutions. In this context, the present research assesses the feasibility of manufacturing and marketing eco-friendly bricks made from recycled plastics in the city of Manta, Ecuador. The proposal is based on the use of recycled PET mixed with cement and sand, aiming to produce a material that maintains the strength of conventional bricks while contributing to waste reduction and promoting the circular economy. A quantitative approach was applied, with a basic field and bibliographic modality under a non-experimental and cross-sectional design, through surveys conducted with builders, architecture and civil engineering students, and potential users. The results allow for the analysis of market acceptance, availability of raw materials, and the social, economic, and environmental impact of the proposal, which is aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs), fosters low-cost housing, and generates local employment. In conclusion, technical validation, social approval, and the continuous supply of recycled plastic are key factors to ensure the viability of the project.

Introducción

La industria de la construcción, el mayor generador de impacto ambiental no ha adoptado ampliamente estrategias para reducir su huella ecológica. Esto Es preocupante porque pertenece a un campo que es esencial para el avance de las sociedades contemporáneas. La organización promueve principios y acuerdos encaminados a minimizar los efectos adversos en el planeta (Organización de las Naciones Unidas, sf; Aguilar y Segovia, 2021).

Una solución ingeniosa a este problema es el uso de materiales de construcción más sostenibles, como ladrillos ecológicos fabricados con plástico reciclado. Desde esta perspectiva, el reciclaje de PET se presenta como una solución práctica para reducir los residuos y convertirlos en recursos útiles. no sólo reduce la contaminación ambiental, sino que también fomenta una economía circular (Naranjo, 2019; Greenpeace, 2015).

El proyecto propone el desarrollo de ladrillos respetuosos con el medio ambiente que mantengan las cualidades funcionales de los ladrillos convencionales incorporando plástico reciclado en su composición. Al mismo tiempo se buscan beneficios medioambientales adicionales. Con el tiempo, se buscan beneficios ambientales adicionales.

Además de para reducirla acumulación de residuos plásticos, la iniciativa también introduce un modelo la acumulación economía circular y sostenibilidad en la industria de la construcción. Además, fortalece la responsabilidad social empresarial (Aguilar & Segovia, 2021; Rodríguez Martín et al., 2024).

Con el fin de analizar la viabilidad de este producto en la ciudad ecuatoriana de Manta, el presente estudio integrará aspectos técnicos, económicos y sociales. Con el objetivo de conseguir una alternativa más viable con una aceptación del comercio local. Metodología estructurada, se evaluará si estos ladrillos son compatibles con los objetivos globales de sostenibilidad.

Antecedentes

Quispe (2024), en Puno, Perú, presentó la tesis acerca de ladrillos ecológicos con plástico y papel reciclado para ser usadas como alternativas para la construcción – 2023. Su idea de crear ladrillos con plásticos PET y papel reciclado con ayuda de laboratorios que apoyaron con análisis físicos y de resistencia se alinea con otros estudios que se realizaron antes en la zona. Todas estas investigaciones se rigen por las reglas técnicas actuales y demuestran que estas normas son respetadas, y que los materiales cumplen con las propiedades para construir de forma sostenible.

Estos ladrillos no tuvieron problemas con los análisis de resistencia, absorción y densidad, lo que no afirma que no hay ningún problema en ser usados para construcciones. Con esto se concluye que son una buena opción en la zona para construcciones sostenibles y así disminuir el daño al medio ambiente.

Quiñonez (2021), En Esmeraldas se desarrolló una tesis sobre la factibilidad para la fabricación de bloque de hormigón con botellas PET esto para conseguir una alternativa de construcción y así reducir el impacto ambiental. Se principal objetivo era evaluar la factibilidad de este y se usó una metodología que se basa en la matriz de Leopold, este instrumento permitió que se identifique el efecto de cada proceso.

Los hallazgos de esta investigación determinaron que estos bloques son factibles gracias a su beneficio medioambiental y a que proporcionan una opción sustentable para disminuir la utilización de recursos no renovables.

Además, promueven el reaprovechamiento de desechos plásticos, lo cual ayuda a disminuir la contaminación. La investigación subraya la importancia de incorporar criterios medioambientales en los proyectos de edificación. Esto ayuda a la potencial demanda de alternativas más amigables con el medio ambiente.

En Lima, Perú, Febres y Vargas (2021) realizaron un trabajo investigativo acerca de la prefactibilidad de ladrillos ecológicos con plástico reciclado. Tenían como objetivo ver la viabilidad de una fábrica que produjera estos ladrillos, en este hicieron análisis de mercado, encuestas y proyecciones. Además, se examinaron aspectos técnicos, económicos y financieros del proyecto.

Los resultados mostraron que el proyecto es rentable, con un VAN de S/. 783,807 y con una tasa interna de retorno del 81% dando no solo una sostenibilidad, sino que también una alta rentabilidad, esto nos da un gran potencial. Estos indicadores son fundamentales para una inversión viable y atractiva.

También este tipo de iniciativas ayuda a la economía circular y a la reducción de residuos plásticos, cambia un problema ambiental en una gran oportunidad económica, La oportunidad de aplicar este modelo en otras ciudades con la misma necesidad afirma que es una solución innovadora para la industria de la construcción.

Bautista (2024), en Colombia presentó una tesis sobre la fabricación de ladrillos plásticos reciclados para la construcción de viviendas eco sostenibles, su objetivo era determinar el lugar de una fábrica que use plásticos reciclados, para así ayudar a la sostenibilidad ambiental y mejorar la economía local, uso una

metodología que se trataba de triturar los plásticos y mezclarlos con cementos y aditivos, luego moldear y secar los ladrillos.

Este tipo de innovación apoya la transición hacia una construcción más responsable. También fomenta la generación de empleo y el desarrollo de economías locales. Es un claro ejemplo de cómo el reciclaje puede integrarse de forma efectiva en sectores productivos.

Espinoza y Peña (2022), en Piura, Perú, realizaron la tesis *Uso del plástico PET en la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques*, del distrito de Castilla, Piura 2022. La meta era evaluar la posibilidad de producir ladrillos verdes utilizando PET reciclado. Se utilizó un método experimental de orientación cuantitativa. Se analizaron características como la capacidad de resistencia a la compresión, la absorción y la variabilidad en dimensiones. Los hallazgos indicaron que el 10% de PET añadido era suficiente para cumplir con las regulaciones.

Se determina que estos ladrillos son una alternativa factible para edificar tabiques sustentables y se demuestra que la utilización de plásticos reciclados en zonas concretas de la edificación puede ser una magnífica alternativa, además de fomentar la utilización de materiales convencionales sin sacrificar la calidad.

Suquitana, Barzola y Mosquera (2010), en Guayaquil, se desplegó la tesis sobre un estudio de factibilidad sobre ladrillos elaborados con polietileno 100% reciclado. El objetivo fue evaluar la viabilidad técnica y económica de una planta de fabricación de estos ladrillos. La metodología incluyó investigación descriptiva

con encuestas, entrevistas y revisión documental. Se analizaron tanto fuentes primarias como secundarias.

Piñeros y Herrera (2018), en Bogotá, evaluaron la viabilidad de fabricar bloques con plástico PET reciclado para muros no estructurales. Probaron distintas mezclas y analizaron resistencia, peso y propiedades físicas, complementando el estudio con un análisis financiero.

Estudios similares en Ecuador y Colombia muestran que estos bloques son resistentes, más livianos y baratos que los tradicionales, cumpliendo normas técnicas y ayudando al medio ambiente. La gran parte de los resultados dicen que los bloques son 25% menos pesados y son más duros que los tradicionales.

Se puede concluir que la utilización de estos bloques es muy viable técnica y económicamente, representa una alternativa ecológica para la industria de la construcción en zonas urbanas.

Planteamiento del problema

Las industrias de construcción buscan una alternativa innovadora para poder combatir la contaminación ambiental que va en potencial crecimiento , Esto ha ayudado a la búsqueda de soluciones más innovadoras en varias industrias y la acumulación de plásticos ha impulsado más para poder buscar políticas que no solo ayuden a la reducción de residuos plásticos, sino que también ofrezcan una alternativa a la industria de la construcción.

Los plásticos que se han convertido en un problema importante en el sector de la edificación. El problema planteado es: ¿Es factible producir y vender ladrillos ecológicos fabricados con plástico reciclado en Manta como una alternativa sustentable y lucrativa en el país? ¿Es viable fabricar y vender ladrillos ecológicos hechos de plástico reciclado en Manta como una alternativa y una construcción sustentable y lucrativa? ¿Es factible vender ladrillos ecológicos hechos de plástico reciclado en Manta como una alternativa de construcción sustentable y lucrativa?

Formulación del problema

¿Cuáles son los principales competidores que ofrecen productos similares o sustitutos a los ladrillos ecológicos en Manta?

¿Cuáles son los costos asociados a la adquisición y transporte del plástico reciclado?

¿Cuál es la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto y cómo se compara con la tasa mínima aceptable de retorno

Objetivos

Objetivo General

- Realizar un estudio de factibilidad para la fabricación y comercialización de ladrillos ecológicos a base de plástico reciclado

Objetivos Específicos

- Analizar la competencia directa e indirecta en el mercado de materiales de construcción de Manta
- Evaluar la disponibilidad y el costo de la materia prima (plástico reciclado) en Manta
- Evaluar la rentabilidad del proyecto a través del cálculo de indicadores financieros clave

Justificación

El problema del medio ambiente que causa la mala gestión de la basura, sobre todo de los plásticos, es uno de los retos más importantes para vivir bien en las ciudades. Cuando se acumulan grandes volúmenes de plásticos en vertederos, ríos y en el medio ambiente, afecta a los animales, afecta la salud de las personas y contamina de forma considerable. En Ecuador, el uso inadecuado de los plásticos demuestra que necesitamos técnicas innovadoras y eficientes para su reutilización óptima.

En estas situaciones, la producción y venta de ladrillos ecológicos fabricados con plástico reciclado surge como una solución completa, que ayuda a reducir el efecto ambiental del plástico residual y a impulsar la producción de materiales de construcción sustentables.

Los ladrillos fabricados con plástico PET ayudan a la reducción de residuos plásticos y brindan características físicas y mecánicas competitivas ante los ladrillos tradicionales aportando una ventaja en su aislamiento térmico y su disminución de peso.

En la ciudad de Manta la ecología está en constante crecimiento y la industria de construcción nos da un dinamismo, la aplicación de ladrillos ecológicos nos da una oportunidad práctica para el cuidado del medio ambiente esto de la mano con los Objetivos de Desarrollo Sostenible más en concreto con los Objetivos 12 que habla de la producción y consumo responsable y los objetivos 13 que hablan de la acción por el clima.

Además, analizar la viabilidad técnica, económica y social de este producto facilitará el reconocimiento de las condiciones para su aceptación en el mercado local, mejorar su proceso de fabricación y aportar al crecimiento económico sostenible de la zona.

Varios estudios han evidenciado que los materiales reciclados pueden satisfacer los criterios de calidad requeridos en la edificación, y que el agrado de profesionales y usuarios hacia las tecnologías sustentables está en aumento. No obstante, también se basan en elementos como la certificación técnica, la estrategia de difusión y el apoyo institucional (Rodríguez Martín et al., 2024; Segovia & Aguilar, 2021; Market Research Intellect, 2024). Por lo tanto, este estudio es vital para proporcionar un análisis exhaustivo que fusiona elementos técnicos, ambientales, sociales y económicos, produciendo datos útiles para la toma de decisiones en la aplicación y promoción de ladrillos ecológicos en Manta.

Para concluir, esta tesis se fundamenta en la necesidad de proporcionar soluciones innovadoras y sostenibles al problema de la contaminación plástica, fomentar la construcción sustentable y crear conocimiento aplicado que promueva una transición hacia la economía circular en el ámbito local, aportando con ventajas ambientales, sociales y económicas que se adecuen a los desafíos presentes a nivel mundial y regional.

Capítulo I

1 Fundamentación Teórica

1.1 Bases Teóricas

1.1.1 Contexto y Problemas Ambientales Asociados al Plástico

Según Silva (2024) “Ecuador genera grandes cantidades de residuos plásticos , alrededor de 627,000 toneladas al año, de las cuales solo se recicla una pequeña parte (7,7%) (pág. 145). La mayoría de estos residuos son manipulados de una manera inadecuada, en botaderos o quemas, lo que genera gran impacto ambiental y perjudica la salud humana y los ecosistemas.

Comentó WWF (2024), En Ecuador, solo se recicla el 7,7% de los residuos plásticos y si no se actúa pronto esta cifra podría crecer un 82% para 2040. Ante este panorama, los ladrillos ecológicos se presentan como una alternativa útil, ya que ayudan a disminuir los desechos y apoyan un desarrollo más sostenible.

El objetivo de esta investigación se basa en aprovechar el potencial de los ladrillos hechos con plástico reciclado. Este tipo de material permite reducir considerablemente el volumen de residuos que se acumulan en el ambiente. También representa una alternativa eficiente, de bajo costo y fácil producción para construir viviendas.

También fomenta una actitud responsable hacia el cuidado del planeta y aprovecha mejor los residuos, lo que protege el ambiente para las generaciones de hoy y las que vienen (Kirchherr et al., 2017; López & Vega, 2023).

1.1.2 Historia y Materiales de Construcción Tradicionales

Las sociedades a lo largo de la historia han utilizado materiales de su entorno para construir los cavernícolas utilizaban piedra, barro, madera y adobe por su facilidad de recolección y uso. Mediante avanza el tiempo se fueron aplicando técnicas más elaboradas, como ladrillos cocinados, cemento y acero para estructuras más grandes y complejas.

Esta evolución nos da un mejor entendimiento de como la tecnología y disponibilidad de recursos moldearon la construcción a lo largo del tiempo (Luna & Bryan, 2023). Esto permitió desarrollar construcciones más resistentes, desde hace 7000 años en todas esas construcciones los ladrillos han sido indispensables por su resistencia y vida útil.

El método convencional de la elaboración de los ladrillos conlleva un alto consumo de energía, es proceso libera grandes cantidades de dióxido de carbono, esto afecta negativamente el medio ambiente. Esto nos da una visión de urgente cambio e implementar formas más limpias de fabricación.

El enfoque responde a los principios de la economía circular, reutilizando recursos en lugar de desecharlos. Así, se avanza hacia soluciones constructivas más responsables (Suquitana, Vargas & López, 2020).

1.1.3 Materiales de Construcción Tradicionales vs. Alternativos

Durante siglos, materiales como el ladrillo, el concreto, la piedra y la madera han sido fundamentales en la construcción por su durabilidad y fácil acceso (Covertop, s.f.; Fanosa, 2025). Al ser elementos mayoritariamente naturales y de bajo procesamiento, ofrecen ventajas como una larga vida útil y facilidad de

mantenimiento. Además, si se emplean adecuadamente, pueden proporcionar un buen aislamiento térmico (Fanosa, 2025; Ferrovial, s.f.). Sin embargo, su uso intensivo demanda gran cantidad de recursos naturales. También implica procesos productivos que generan altas emisiones de CO₂ y desechos (Covertop, s.f.; Sigma Earth, s.f.).

Las nuevas alternativas de materiales sostenibles para la construcción, como los ladrillos hechos con plásticos reciclados, cenizas o fibras vegetales, ayudan a cuidar el medio ambiente al reducir los residuos sólidos. Además, estos materiales suelen necesitar menos energía para fabricarse y son más livianos, lo que facilita su transporte y su uso en las obras. Estas opciones contribuyen a hacer la construcción más ecológica y eficiente. Esto contribuye a mejorar la eficiencia logística y a disminuir el impacto ambiental global (Pintuco, 2024; Ccalli Fernández, 2024).

Comparar materiales tradicionales y alternativos permite evidenciar claras diferencias en cuanto a su impacto ambiental y comportamiento a largo plazo. Si bien los convencionales son valorados por su resistencia y amplio uso en la industria, implican una mayor explotación de recursos. Además, generaron más contaminantes en su proceso de fabricación (El Ingeniero, sf; Sigma Earth, sf). Por otro lado materiales como los ladrillos hechos de PET reciclado ofrecen ventajas como el aislamiento térmico y sonoro. Además, contribuye a disminuir el volumen de plástico, que se desecha. Sin embargo, su puesta en marcha podría enfrentarse a desafíos relacionados con la resistencia estructural o la accesibilidad del material (Ccalli Fernández, 2024; El Ingeniero, sf).

Aunque estos materiales tienen cosas buenas, todavía hay algunas dificultades para que se usen de forma general. Por ejemplo, no hay muchas reglas claras sobre cómo deben hacerse o usarse, mucha gente no los conoce bien, y a veces pueden costar más al principio (Sigma Earth, s.f.; El Ingeniero, s.f.). No obstante, en el largo plazo pueden representar ahorros importantes en consumo energético y gastos de mantenimiento. También permiten cumplir con estándares de eficiencia y sostenibilidad en la edificación. Su uso puede facilitar certificaciones ambientales, lo cual añade valor a los proyectos (Pintuco, 2024; El Ingeniero, s.f.).

1.1.4 Evolución de los Materiales hacia Opciones más Sostenibles

En los últimos años, la construcción ha empezado a cambiar su forma de trabajar para cuidar más el medio ambiente. Problemas como el cambio climático, la falta de recursos y la contaminación han hecho que se busquen ideas más ecológicas (Aguilar & Segovia, 2021).

Además, permiten disminuir los desechos plásticos y reducir las emisiones de carbono (Angumba, 2016; Bautista et al., 2024). Su uso promueve una gestión de residuos más responsable. De este modo, se enfrenta uno de los principales problemas ambientales actuales (PNUMA, s.f.; Greenpeace, 2015).

Gracias al desarrollo tecnológico, los procesos de producción de estos ladrillos se han perfeccionado, elevando su calidad y eficiencia. La inclusión de aditivos y aglomerantes ha optimizado sus características estructurales. Esto ha facilitado su comparación con materiales tradicionales en cuanto a durabilidad y resistencia (Quiñonez, 2021, p. 58; Rodríguez Martín et al., 2024). Así, se

fortalece su competitividad en el mercado. También se incrementa su aceptación dentro de una industria que busca opciones sostenibles.

En definitiva, la evolución hacia materiales constructivos más responsables ambientalmente responde a una necesidad global urgente. Frente a la presión por reducir el impacto ecológico del sector, los ladrillos ecológicos se posicionan como una alternativa innovadora. No solo ofrecen ventajas técnicas, sino que también contribuyen al cuidado del medio ambiente. Este tipo de soluciones representa un paso clave hacia la construcción verde y responsable. Así, se avanza hacia un futuro más equilibrado y sustentable (Aguilar & Segovia, 2021; Bautista et al., 2024).

1.1.5 Importancia de la Sostenibilidad en la Construcción

La construcción se ha vuelto un tema importante cuando se habla de cuidar el medio ambiente, ya que este sector causa mucho impacto. Usa muchos recursos naturales, genera grandes cantidades de desechos y produce gases que contaminan el aire (Aguilar & Segovia, 2021; Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2017). A nivel mundial, es una de las actividades que más consume energía y materiales. Por eso, es necesario buscar formas de trabajar que sean más sostenibles y ayuden a reducir el daño al entorno (González, 2018; ONU Medio Ambiente, 2018).

Una solución que ha ganado atención es usar plástico PET reciclado para hacer ladrillos ecológicos. Este material no solo ayuda a mantener mejor el calor y reducir el ruido, sino que también es más resistente que algunos materiales tradicionales. Además, su fabricación genera menos daño al medio ambiente.

A largo plazo, esto puede traducirse en mayores beneficios económicos (Aguilar & Segovia, 2021). También se mejora la calidad de vida de las personas al crear espacios saludables y funcionales. De esta manera, se promueve el desarrollo integral de las comunidades (PNUMA, s.f.; ONU, 2018).

1.1.6 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) Relacionados

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas constituyen un marco global que orienta a los países hacia un desarrollo más sostenible y responsable con el medio ambiente (Naciones Unidas, 2015). Hay son dos objetivos clave en la industria de la construcción que buscan proteger el medio ambiente y hacer un uso eficiente de los recursos.

El ODS 11, que se refiere a comunidades y ciudades sostenibles , y dos objetivos clave ODS 12, que se centra en la producción y el consumo responsables .en la industria de la construcción que tienen como objetivo proteger medio ambiente y hacer un uso eficiente de los recursos: ODS 11, que se refiere a comunidades y ciudades sostenibles , y ODS 12, que se centra en la producción y el consumo responsables .

Por otro lado, el ODS 12 promueve formas de consumir y producir que cuiden el planeta, poniendo atención en usar bien los recursos naturales y en reducir la cantidad de basura (Naciones Unidas, 2015). La fabricación de ladrillos con plástico reciclado se ajusta a este objetivo , ya que promueve la idea de una economía circular : los residuos se transforman en nuevos materiales, lo que reduce la necesidad de recursos reutilizables y la cantidad de residuos que acaban en vertederos o se incineran (Rodríguez Martín et al., 2024).

De acuerdo con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible , el uso de tecnologías y materiales innovadores, como los ladrillos ecológicos , contribuye a establecer patrones de producción y consumo responsables y a construir ciudades más sostenibles (Naciones Unidas, 2015).

ODS 13: Acción por el Clima

La industria de la construcción es una de las principales fuentes globales de emisiones de gases de efecto invernadero, lo que agrava el cambio climático. Este sector usa muchos recursos naturales y produce bastante basura y contaminación, especialmente con los métodos tradicionales, como hacer ladrillos convencionales (Aguilar & Segovia, 2021; Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2017).

Para disminuir el daño al medio ambiente, es importante usar formas de construir más sostenibles y materiales nuevos. En este caso, los ladrillos hechos con plástico reciclado son una buena opción. Estos ladrillos consumen menos energía al fabricarse y ayudan a evitar que se acumulen residuos plásticos, dos cosas que ayudan mucho a cuidar el planeta.

Además, usar estos ladrillos ayuda a crear un ambiente más sostenible. Esta idea va de la mano con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que buscan un equilibrio entre crecer económicamente y cuidar la naturaleza (Bautista et al., 2024; Rodríguez Martín et al., 2024). Así, el sector de la construcción puede avanzar hacia modelos productivos más responsables y amigables con el planeta.

1.1.7 ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 9 impulsa la construcción de infraestructuras resistentes y el fomento de una industrialización inclusiva y sostenible. Además, se impulsa la innovación tecnológica como base para lograr una industria competitiva y responsable. En este marco, desarrollar ladrillos ecológicos con plástico reciclado es un avance hacia una producción más sostenible (Naciones Unidas, 2015).

Estos materiales no solo disminuyen el impacto ambiental, sino que también mejoran el uso eficiente de los recursos. Utilizar bloques ecológicos promueve un sector que adopta el concepto de economía circular. Esto contribuye a mitigar el cambio climático y busca un equilibrio entre el crecimiento económico y la protección del entorno (Aguilar & Segovia, 2021; Bautista et al. , 2024).

Además, usar estos materiales nuevos hace que las construcciones sean más fuertes frente a problemas como desastres naturales, lo que mejora la vida de las personas. Apostar por la innovación sostenible también crea trabajos “verdes” y ayuda a que las empresas locales sean más competitivas. Así, se responde a la creciente demanda de mercados que valoran la responsabilidad ambiental (Rodríguez Martín et al., 2024).

En síntesis, integrar la sostenibilidad en la construcción mediante ladrillos ecológicos y otras innovaciones es esencial para cumplir con el ODS 9. Esta acción promueve un desarrollo económico, social y ambiental equilibrado. A la vez, asegura un futuro más saludable para el planeta y las próximas generaciones.

1.1.8 Introducción a los Ladrillos Ecológicos

Los ladrillos ecológicos constituyen una innovación importante en la construcción, al ayudar a reducir el impacto ambiental mediante el reciclaje de residuos plásticos. Esta tecnología ayuda a reducir la acumulación de basura sólida, un problema que sigue creciendo en todo el mundo. También impulsa la economía circular al transformar residuos en materiales útiles para nuevos procesos (Rodríguez Martín et al., 2024).

Es una respuesta a la necesidad urgente de cuidar los recursos naturales y reducir la contaminación en un contexto donde los ecosistemas sufren por el desgaste ambiental. En este sentido los ladrillos ecológicos surgen como una solución sostenible y viable con beneficios ambientales y sociales para la construcción (Aguilar & Segovia, 2021; Bautista et al., 2024).

Además, varios estudios han demostrado que estos ladrillos cumplen con los requisitos técnicos de resistencia y durabilidad y ofrecen ventajas en costos y eficiencia frente a los materiales tradicionales. Esto facilita su introducción en el mercado y promueve prácticas constructivas más sostenibles y responsables (Rodríguez Martín et al., 2024; Bautista et al., 2024).

En conclusión, la incorporación de ladrillos ecológicos en la industria constructiva representa un avance tecnológico y ambiental relevante. También ofrece una oportunidad para impulsar la innovación, optimizar la gestión de residuos y consolidar un modelo productivo sustentable. Así, se responde a las demandas presentes y futuras de la sociedad en materia ambiental y social.

1.1.9 Ladrillos Ecológicos: Características y Ventajas

Los ladrillos ecológicos son materiales constructivos elaborados principalmente con residuos reciclables como plásticos PET y polipropileno, mezclados con aditivos y, en ocasiones, cemento o arena comprimida. La fabricación de estos ladrillos usa menos energía que los ladrillos tradicionales, lo que baja mucho la contaminación y ayuda a frenar el cambio climático (Rodríguez Martín et al., 2024; Aguilar & Segovia, 2021).

Los ladrillos son de poca porosidad por lo que son más resistentes a la humedad y tienen una mayor absorción al agua. Así duran más y necesitan menos mantenimiento (Rodríguez Martín et al., 2024). En cuanto a la resistencia, estudios muestran que son igual de fuertes que los ladrillos tradicionales en pruebas de presión y flexión.

Además, contribuyen a la economía circular y al desarrollo local al promover la reutilización de residuos plásticos, reducir la contaminación y generar empleo en comunidades recicladoras (Rodríguez Martín et al., 2024; Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2017). De esta forma, se convierte un problema ambiental en una oportunidad económica y social, promoviendo un modelo de negocio más responsable y sostenible.

No obstante, existen desafíos para su implementación, como la inversión inicial en tecnología y capacitación técnica, así como la necesidad de mayor aceptación comercial y la inclusión en normativas de construcción que certifiquen su seguridad estructural (Aguilar & Segovia, 2021; Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2017). Finalmente, la durabilidad del polipropileno reciclado es alta, con

una vida útil estimada superior a 500 años, asegurando construcciones resistentes y longevas (Rodríguez Martín et al., 2024).

1.1.10 Materias Primas para la Producción de Ladrillos Ecológicos

Los ladrillos ecológicos se fabrican principalmente con plásticos reciclados, que forman la base esencial de su composición. La elección del tipo de plástico utilizado depende de su disponibilidad local y de las propiedades específicas que aportan, como resistencia y durabilidad. Además del plástico, se usan otros materiales que hacen que el ladrillo sea más estable y funcional.

Como dice Solórzano (2024, p. 21), “los proyectos que usan residuos plásticos no solo ayudan a reducir la basura, sino que también enseñan a la comunidad sobre la importancia de cuidar el ambiente”. Así, su impacto va más allá de fabricar ladrillos y ayuda a crear conciencia en la sociedad.

1.1.11 Plásticos Reciclados como Materia Prima

El material principalmente usado para fabricar ladrillos ecológicos es PET reciclado, que proviene de botellas de bebidas y otros envases. Para fabricar ladrillos ecológicos se recicla PET, que proviene de botellas de bebidas y otros envases. Este tipo de plástico es resistente, duradero y de fácil acceso. También se incluyen plásticos como HDPE y PVC, estos aportan diferentes ventajas según las necesidades del ladrillo.

De esta manera, reciclar plástico para hacer ladrillos no solo es bueno para el medio ambiente, sino que también fomenta una industria que utiliza los recursos de forma más eficiente y produce menos residuos. Pero también fomenta una industria que utiliza los

recursos de forma más eficiente y produce menos residuos .Además, el menor consumo energético en la fabricación y la reducción de emisiones de carbono hacen de estos ladrillos una alternativa sostenible y económica para la construcción

1.1.12 Otros Componentes: Aglutinantes, Aditivos y Rellenos

Para mejorar el rendimiento estructural y funcional de los ladrillos ecológicos elaborados con plástico reciclado, es habitual incorporar diversos componentes que optimizan sus propiedades

Para la producción de ladrillos ecológicos, se utilizan materiales que permiten la correcta combinación del plástico con otros componentes, como el cemento. Esto hace posible que los ladrillos sean sólidos y estables. Además, se incluyen elementos que realzan algunas propiedades del ladrillo, como su resistencia al agua, al fuego o al sol, para su aplicación en diferentes lugares.

Además, se incorporan elementos como el grano, tejidos naturales o compuestos, que contribuyen a robustecer y aislar el bloque, en aspectos térmicos y acústicos. La utilización de estos componentes también favorece el uso reducido de plástico, lo que disminuye los gastos y hace que el método sea más ecológico.

En conclusión, la integración correcta de estos elementos posibilita la producción de bloques robustos, perdurables y sustentables, que satisfacen las demandas de la edificación contemporánea.

1.1.13 Producción de Ladrillos Tradicionales vs. Ladrillos Ecológicos

La elaboración de ladrillos ecológicos a partir de plásticos reciclados, como el PET, consiste en combinar estos residuos con materiales como cemento y aditivos, generando una mezcla moldeable que posteriormente se somete a un proceso de curado. La aplicación de plástico PET en los ladrillos potencia su habilidad para retener el calor, lo que conduce a un consumo energético reducido en las construcciones. Principalmente elaborados con arcilla cocida, necesitan gran cantidad de energía procedente de combustibles fósiles, lo que incrementa su efecto en el medio ambiente. Como restricciones en su uso, limitan su uso.

Los ladrillos ecológicos, al utilizar recursos no renovables y contribuir a frenar el cambio climático, son una alternativa más amigable con el medio ambiente (Aguilar & Segovia, 2021; Bautista et al., 2024).

El procedimiento para elaborar estos ladrillos se inicia con la recolección y triturado del plástico reciclado, luego se prepara para que se combine adecuadamente con otros materiales que brindan resistencia y durabilidad. Por lo tanto, el producto final satisface los criterios de calidad y resistencia requeridos. Por lo tanto, los ladrillos ecológicos se muestran como una opción innovadora y amigable con el medio ambiente para edificar de forma más sustentable.

El uso de plástico PET en ladrillos mejora su capacidad para aislar el calor, lo que a su vez disminuye el consumo energético en los edificios. En contraposición, los ladrillos tradicionales, fabricados principalmente con arcilla cocida, demandan un consumo significativo de energía proveniente de recursos fósiles, lo que aumenta su impacto ecológico. Por esta razón, los ladrillos

sostenibles son una alternativa más respetuosa con el medio ambiente, ya que disminuyen la dependencia de recursos no renovables y colaboran en la lucha contra el cambio climático (Aguilar y Segovia, 2021; Bautista et al. , 2024).

Tabla 1
Comparcion de ladrillos

Criterio	Ladrillos Tradicionales	Ladrillos Ecológicos
Materia Prima	Arcilla extraída de canteras, consumo elevado de suelo fértil	Plásticos reciclados mezclados con aditivos y cemento
Impacto Ambiental	Alta huella de carbono por extracción y quema en hornos	Reduce la contaminación plástica promueve la economía circular.
Proceso de fabricación	Cocción en hornos a altas temperaturas	Moldeo y compactación en frío, sin necesidad de hornos
Consumos energéticos	Muy alto (combustibles fósiles para hornos)	Bajo, ya que no requiere combustión ni altas temperaturas
Durabilidad	Alta resistencia a compresión, pero susceptibles a humedad	Buena resistencia mecánica, mayor resistencia al agua
Peso	Pesados, dificultan el transporte y aumentan costos logísticos	Más livianos, facilitan manipulación y reduce costos de transporte
Aislamiento térmico	Medio, con variaciones según el tipo de arcilla	Mayor aislamiento térmico y acústico por composición plástica

Fuente: Elaboración Propia

1.1.14 Propiedades y Caracterización de los Ladrillos Ecológicos

Los ladrillos ecológicos destacan por su funcionalidad y sostenibilidad, ofreciendo propiedades físicas y mecánicas adecuadas para múltiples usos en la construcción, al tiempo que representan una opción más amigable con el medio ambiente frente a los materiales tradicionales.

Propiedades físicas:

Reducido peso: Estos ladrillos son más livianos que los tradicionales, lo que los hace más sencillos de manejar en el entorno laboral, simplifica su traslado y posibilita una reducción de costos logísticos (Aguilar & Segovia, 2021).

Aislamiento térmico y acústico efectivo: Los ladrillos elaborados con plásticos reciclados proporcionan un significativo aislamiento térmico y sonoro, lo que incrementa la eficiencia energética de las construcciones y mejora el confort interior (Rodríguez Martín et al., 2024; Fernández, 2024). Los plásticos reciclados proporcionan un relevante aislamiento térmico y sonoro, lo que potencia la eficiencia energética de los edificios y mejora el confort interior (Rodríguez Martín et al.,

Resistencia a la humedad: Gracias a su baja porosidad, estos ladrillos retienen menos agua, lo que alarga su tiempo de vida y disminuye su mantenimiento constante (Rodríguez Martín et al. , 2024).

Propiedades mecánicas

Solidez estructural: Diversas investigaciones han indicado que la resistencia a la compresión y flexión de estos ladrillos es comparable a la de los ladrillos de arcilla, lo que los hace adecuados para soportar cargas y utilizarlos en muros estructurales y paredes internas (Bautista et al. , 2024; Aguilar & Segovia, 2021).

Adaptabilidad a condiciones extremas: Son capaces de resistir fenómenos naturales como sismos y se adaptan bien a las condiciones climáticas prolongadas, por lo que constituyen una opción fiable y segura para construcciones sostenibles (Bautista et al. , 2024).

Aspectos sostenibles y ventajas adicionales:

Contribución ambiental: El uso de plástico reciclado disminuye significativamente la cantidad de desechos sólidos y fortalece la economía circular (Rodríguez Martín et al. , 2024).

Menor huella de carbono: Al no requerir procesos de cocción como los ladrillos de arcilla, su producción implica un menor consumo energético y una reducción en la emisión de gases tóxicos (Aguilar & Segovia, 2021).

Impacto social positivo: La producción de estos ladrillos crea empleo en la recolección y procesamiento de materiales reciclables, ayudando así al desarrollo económico local (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2017).

Por todas estas razones, las características técnicas, junto con los beneficios ambientales y sociales, hacen que los ladrillos ecológicos sean una opción sostenible, segura y accesible para la construcción, capaz de enfrentar los retos actuales en vivienda y sostenibilidad.

1.1.15 Propiedades Físicas y Mecánicas

La resistencia a la compresión es una propiedad clave en los ladrillos, ya que define su capacidad para soportar cargas estructurales sin romperse ni deformarse de forma significativa.

Es vital seguir normas internacionales que controlan su durabilidad y resistencia para poder emplear ladrillos ecológicos en proyectos de edificación de forma segura (Angumba, 2016).

obtenidos a través de la mezcla de plásticos reciclados con ligantes y algunos aditivos, han probado en múltiples investigaciones poseer una resistencia a la compresión y niveles de absorción de agua similares o incluso superiores a los de los ladrillos tradicionales (Saucedo, Martínez & López, 2021).

Las pruebas hechas en prototipos y laboratorios mostraron que estos materiales no solo cumplen con los requisitos de resistencia y estructura, sino que también ofrecen buen aislamiento térmico. Esto es muy útil para construir casas y edificios comerciales. Por todas estas ventajas, los ladrillos ecológicos se presentan como una opción fuerte y competitiva para la construcción sostenible (Saucedo et al., 2021).

1.1.16 Absorción de Agua y Permeabilidad al Vapor de Agua

Es crucial que un ladrillo absorba agua para su durabilidad, dado que influye en su resistencia ante la humedad y el clima. Esta propiedad se regula para prevenir daños como deformaciones o deterioro debido al exceso de agua (Rodríguez Martín et al., 2024).

En cambio, la permeabilidad al vapor facilita la liberación de la humedad acumulada en las paredes, lo que contribuye a evitar el hongo y a preservar un entorno interior más sano y cómodo (Aguilar & Segovia, 2021).

En particular, los ladrillos ecológicos fabricados con plástico PET reciclado han mostrado resultados técnicos destacados. Según Ampuero y Romero (2020), estos ladrillos presentan una resistencia a la compresión de 2.00 MPa, una absorción de agua del 19.10%, y una permeabilidad al vapor de 0,0176 g/h·m·kPa.

Estos datos muestran que los ladrillos tienen un buen balance entre evitar que entre agua y permitir que el material “respire”. Esto les ayuda a funcionar bien en distintos climas sin perder su resistencia ni su eficacia (Ampuero & Romero, 2020, p. 9).

Este buen balance entre absorber poca agua y permitir que pase algo de aire es clave para que las construcciones duren más tiempo, mantengan su firmeza y ofrezcan ambientes saludables para quienes las habitan. Por eso, los ladrillos ecológicos se presentan como una alternativa sostenible y efectiva para la construcción.

1.1.17 Aislamiento Térmico y Acústico

Los ladrillos ecológicos elaborados con plásticos reciclados se distinguen por sus propiedades de aislamiento térmico, las cuales favorecen significativamente la eficiencia energética de las edificaciones.

La propiedad disminuye la demanda de sistemas de regulación del clima como sistemas de climatización o calefacción, lo que resulta en un consumo energético

reducido y una reducción de las emisiones de gases perjudiciales (Rodríguez Martín et al., 2024; Aguilar y Segovia, 2021).

El desempeño se debe a las características del plástico reciclado y a la estructura porosa generada durante la fabricación del ladrillo, en la que el aire presente funciona como un obstáculo natural que obstaculiza la transferencia de calor (Fernández, 2024; Pintuco, 2024).

Asimismo, estos ladrillos son reconocidos por su habilidad para amortiguar el sonido, lo que reduce el ruido que circula entre distintos espacios. Esto contribuye a crear entornos más pacíficos y confortables, elevando la calidad de vida de quienes residen, especialmente en zonas urbanas o residenciales ruidosas (Rodríguez Martín et al. , 2024; Bautista et al. , 2024).

En resumen, el empleo de ladrillos sostenibles en la construcción no solo representa una opción ecológica al hacer uso de desechos plásticos, sino que además proporciona ventajas prácticas al potenciar la eficiencia energética y el aislamiento sonoro, elementos esenciales en el diseño de edificaciones sustentables (Aguilar y Segovia, 2021; Rodríguez Martín et al. , 2024).

1.1.18 Durabilidad y Envejecimiento

La durabilidad de los ladrillos ecológicos es un factor fundamental que determina su vida útil y desempeño estructural en aplicaciones constructivas. Los estudios muestran que agregar un 15% de PET reciclado al concreto es la cantidad ideal para mejorar la resistencia a la compresión simple, haciendo que los ladrillos fabricados con esta mezcla tengan una calidad y resistencia confiables (Ortiz, Gómez & Martínez, 2020).

Estos ladrillos tienen que resistir condiciones difíciles como lluvia constante, rayos solares y cambios de temperatura, sin dañarse ni perder su utilidad. Para asegurar que duren mucho tiempo, se realizan pruebas rápidas que imitan esas condiciones extremas, verificando que mantengan su fuerza y buen aspecto con el tiempo (Bautista et al., 2024; Aguilar & Segovia, 2021).

Para que los ladrillos duren más, se añaden ciertos aditivos especiales en la mezcla. Estos pueden ser estabilizadores contra los rayos UV, retardantes de fuego, impermeabilizantes y otros que ayudan a proteger el material del desgaste causado por el ambiente. Así, se extiende la vida útil y se mantiene el buen funcionamiento de los ladrillos ecológicos (Quiñonez, 2021; Rodríguez Martín et al., 2024).

De este modo, los ladrillos ecológicos formulados con un porcentaje controlado de PET y reforzados con aditivos adecuados constituyen una alternativa fiable, resistente y sostenible para el sector de la construcción, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental y favoreciendo el desarrollo de edificaciones duraderas y seguras.

1.1.19 Impacto Ambiental y Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

La durabilidad es un aspecto clave en los ladrillos ecológicos, ya que determina su capacidad para mantener su integridad estructural a lo largo del tiempo. Estudios han demostrado que la inclusión de un 15% de PET reciclado en la mezcla de concreto mejora significativamente la resistencia a la compresión, estableciéndose como una proporción óptima para asegurar un buen rendimiento mecánico en los ladrillos ecológicos (Ortiz, Gómez & Martínez, 2020).

Estos ladrillos deben ser capaces de resistir climas difíciles, como lluvias frecuentes, sol intenso y cambios de temperatura, sin perder sus cualidades ni dañarse con facilidad. Para comprobar su durabilidad, se realizan pruebas que simulan en poco tiempo lo que pasaría con el material tras años de exposición, ayudando a predecir cómo responderán ante el paso del tiempo y las condiciones del entorno (Bautista et al., 2024; Aguilar & Segovia, 2021).

La mejora en la longevidad de los ladrillos ecológicos se logra, en gran parte, gracias a la adición de aditivos específicos y a una formulación técnica meticulosamente diseñada. Algunos de los aditivos más comunes son los estabilizadores UV, que protegen el material de la descomposición causada por la luz solar; los retardantes de fuego, que incrementan su resistencia al fuego; y los impermeabilizantes, que minimizan la absorción de agua. Estos elementos aumentan la durabilidad del ladrillo frente a condiciones ambientales desfavorables y ayudan a preservar su efectividad a lo largo del tiempo.

En general, los ladrillos ecológicos que presentan una porción controlada de PET reciclado junto con aditivos especializados ofrecen una alternativa robusta y sostenible para el sector de la construcción, brindando soluciones que son duraderas, seguras y amigables con el medio ambiente.

1.1.20 Evaluación del Periodo de Duración del Ladrillos Ecológicos

La duración del periodo de vida de los ladrillos ecológicos inicia con la recolección y preparación de las materias primas, principalmente plásticos reciclados. Este enfoque no solo disminuye la dependencia de recursos no renovables, sino que también fortalece los principios de la economía circular al dar un nuevo valor a los residuos plásticos.

La reutilización de estos materiales en la producción de ladrillos ecológicos representa una solución práctica y eficaz frente a los problemas ambientales derivados de la sobreexplotación de materias primas y la gestión inadecuada de desechos. Este contraste evidencia la ventaja ambiental de adoptar alternativas constructivas más limpias y eficientes, no solo en términos de reducción de residuos, sino también en cuanto a eficiencia energética y mitigación del cambio climático (Bautista et al., 2024).

Según Chira (2018), “en la producción de edificaciones y construcciones, el procedimiento con mayor contaminación corresponde a la fabricación de bloquetas de caolín” (p. 12).

La etapa de producción de los ladrillos ecológicos presenta ventajas adicionales relacionadas con el menor consumo energético. Gracias a las propiedades del plástico reciclado y los aglomerantes que se emplean, el moldeado y curado de estos ladrillos pueden realizarse a temperaturas significativamente más bajas, evitando la necesidad de hornos de alta temperatura (Aguilar & Segovia, 2021).

1.1.21 Disposición Final

La gestión final de los ladrillos ecológicos representa un componente crucial dentro del análisis de su ciclo de vida, destacando como una de sus principales ventajas frente a los ladrillos tradicionales elaborados con arcilla o concreto.

Por otro lado, su menor peso —un 22,45% inferior al de los ladrillos de arcilla, según Garzón y Luis (2019)— permite reducir las cargas muertas en las edificaciones. Esto puede llevar a un menor uso de materiales estructurales, disminuyendo así el impacto ambiental del proceso constructivo.

Asimismo, esta ligereza incrementa la eficacia en el transporte y manipulación, disminuyendo a su vez las emisiones de carbono en estas etapas. La adopción de sistemas de reciclaje en comunidades y localidades apoya esta lógica de economía circular, facilitando el uso de los ladrillos ecológicos como materia prima en nuevos procesos de producción. De este modo, se completa el ciclo de vida del producto de una manera que es responsable con el medio ambiente y coherente con los principios del desarrollo sostenible

1.1.22 Cálculo de la Huella de Carbono y Huella Hídrica

Se describe al conjunto total de gases de efecto invernadero (GEI) expuestos inmediata o indirectamente a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida de un producto, desde la extracción de materia prima, producción, transporte, uso y disposición final (Hermosilla, 2020). En el caso de los ladrillos ecológicos, este cálculo es particularmente relevante porque:

Su proceso de fabricación es menos intensivo en energía, al evitar la cocción a altas temperaturas que caracteriza a los ladrillos tradicionales de arcilla, lo que implica un menor uso de combustibles fósiles y, por ende, menos emisiones de CO₂.

Al utilizar plásticos reciclados como materia prima principal, no solo se reduce la extracción de recursos vírgenes, sino que además se evita la liberación de GEI que implicaría su producción desde cero o su acumulación como residuo (Rodríguez Martín et al., 2024; Aguilar & Segovia, 2021).

Primero, porque su proceso de fabricación suele requerir menos agua que el de los ladrillos de arcilla, al evitar fases intensivas en agua como la extracción y el lavado de minerales. Según

do, porque en muchos casos se pueden emplear sistemas de recirculación y aprovechamiento de aguas residuales en la limpieza del para optimizar el aprovechamiento de los recursos de hidráulica. La eficiencia representa un valor competitivo y ecológico relevante en áreas con estrés hídrico o falta de agua (Rodríguez Martín et al., 2024; Bautista et al., 2024).

La huella hidrodinámica regulada y reducida en carbono potencia la sostenibilidad de las escalas ecológicas, en consonancia con los principios de la economía circular y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 12: Aplicar y generar de manera responsable y ODS 13: Actuar para proteger el clima.

El uso de agua en etapas concretas del proceso, como la limpieza del plástico o el proceso de curado del producto, incrementa su factibilidad en circunstancias de falta de agua (Rodríguez Martín et al., 2024).

Así, al disminuir considerablemente tanto la huella de agua como la de carbono, estos ladrillos no solo contribuyen al ahorro de recursos naturales, sino que también ofrecen una respuesta palpable a los desafíos medioambientales presentes en el sector de la construcción.

Esta reducción en el consumo de agua contribuye a una gestión más sostenible de este recurso vital, alineándose con los principios de sostenibilidad y economía circular.

En conclusión, al optar por ladrillos ecológicos que ofrecen una huella de carbono y hídrica menor, no solo se minimiza el impacto ambiental de las edificaciones, sino que también se fomenta una práctica constructiva responsable y adaptada a los retos ambientales actuales.}

Alcance y unidad funcional. La evaluación se realiza bajo un límite cradle-to-gate (desde el acopio/preparación de materias primas hasta la salida de planta), con unidad funcional = 1 ladrillo ecológico. Se incluyen: consumo eléctrico y/o diésel del proceso, insumos (cemento, PET reciclado, áridos), transporte de materia prima y del producto a primer cliente, y merma de calidad. No se consideran uso ni fin de vida.

Huella de carbono (cradle-to-gate, hasta salida de planta)

Supuestos y factores (ajustables si tienes EPDs locales):

- Mezcla por ladrillo: 1,0 kg PET + 0,43 kg cemento + 1,0 kg arena; merma 2%.
- Electricidad de proceso: 0,05394 kWh/ladrillo.
- **Factores de emisión:**
 - Electricidad: 0,35 kg CO₂e/kWh
 - Cemento: 0,85 kg CO₂e/kg
 - PET reciclado: 0,60 kg CO₂e/kg
 - Áridos (arena): 0,005 kg CO₂e/kg

Cálculo por ladrillo (kg CO₂e/unidad):

- Electricidad: $0,05394 \times 0,35 = 0,0189$
- Cemento: $0,43 \times 0,85 = 0,3655$
- PET reciclado: 0,6000
- Arena: 0,0050
- Subtotal: 0,9894
- Merma 2% $\rightarrow \times 1,02 = \approx 1,009$ kg CO₂e por ladrillo

Totales:

Año 1 (22.176 ladrillos/mes):

- Mensual: $22.176 \times 1,009 \approx 22.376$ kg CO₂e (22,4 t)
- Anual (12 meses): 268,5 t CO₂e

Capacidad plena (Año 3 en adelante: 34.927/mes; 419.124/año):

- Mensual: $34.927 \times 1,009 \approx 35.241$ kg CO₂e (35,2 t)
- Anual: $419.124 \times 1,009 \approx 422.896$ kg CO₂e (422,9 t)

Huella hídrica

Criterio A – Mezcla optimizada (recomendada): relación agua/cemento w/c = 0,50 con 0,43 kg de cemento

- Agua por ladrillo: $0,43 \times 0,50 = \approx 0,215$ L (redondeo 0,22 L)
- Año 1 (22.176/mes): $22.176 \times 0,22 \approx 4.879$ L/mes | 58.548 L/año
- Capacidad plena (34.927/mes; 419.124/año): $34.927 \times 0,22 \approx 7.684$ L/mes | 92.207 L/año

Criterio B – Conservador (si mantienes 0,5 L como antes):

- Agua por ladrillo: 0,50 L
- Año 1: 11.088 L/mes | 133.056 L/año
- Capacidad plena: 17.464 L/mes | 209.562 L/año

1.1.23 Comparación del Impacto Ambiental con Ladrillos Tradicionales

El estudio del impacto ambiental pone de manifiesto ventajas claras de los ladrillos ecológicos frente a los tradicionales. Entre los beneficios más destacados se encuentra la notable disminución de la huella de carbono. Este tipo de ladrillos requiere un proceso de producción menos demandante en términos energéticos, principalmente porque prescinde de la cocción a altas temperaturas que caracteriza a los ladrillos de arcilla, y en su lugar, incorpora plásticos reciclados como materia prima (Cordero, 2021, p. 68).

Este decremento en el uso de agua ayuda a aliviar la presión sobre los recursos acuáticos, sobre todo en áreas con falta o tensión hídrica (Bautista et al. , 2024). Asimismo, la reducción en la huella de carbono y el consumo de agua hacen que los ladrillos ecológicos sean una opción sostenible que fomenta una construcción consciente, en sintonía con las metas ambientales globales (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2017; Rodríguez Martín et al. , 2024).

Esto representa una ventaja importante en contextos donde el acceso al agua es limitado (Bautista et al., 2024; Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2017). Otro aspecto ambientalmente favorable es la posibilidad de reciclar o reutilizar estos ladrillos al término de su vida útil. Esta capacidad contribuye a reducir la generación de residuos sólidos y facilita su reintegración a nuevos procesos

productivos, o incluso su descomposición parcial, en función de los aditivos y materiales empleados (Garzón & Luis, 2019; Rodríguez Martín et al., 2024).

1.2 Marco Legal y Ambiental

1.2.1 Constitución de la República del Ecuador

Los artículos constitucionales que mencionas reflejan un marco legal sólido y pertinente para la protección ambiental y la promoción de la sostenibilidad, aspectos esenciales para el desarrollo y uso de ladrillos ecológicos en la construcción sostenible que hemos analizado.

En particular:

El artículo 14 establece el derecho fundamental de todos los ecuatorianos a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

Este decreto otorga al gobierno la responsabilidad de elaborar y ejecutar políticas públicas que protejan el medio ambiente, fomentando la utilización de materiales y métodos de edificación sostenibles, como los ladrillos fabricados con plástico reciclado, que contribuyen a reducir la contaminación y preservar los recursos naturales.

El artículo 15 impide la utilización de tecnologías que provoquen daños considerables al medio ambiente, promoviendo la utilización de opciones más limpias y menos dañinas. Esto va en contraposición a los métodos tradicionales de fabricación de ladrillos, que emplean hornos de altas temperaturas y producen emisiones contaminantes. Por otro lado, la elaboración de ladrillos ecológicos se realiza con técnicas que demandan menos energía y utilizan materiales reciclados, respetando de esta manera este principio legal.

El artículo 396 resalta la obligación compartida del gobierno y la comunidad de prevenir la contaminación y de gestionar correctamente los desechos, en particular los plásticos. La reutilización de estos residuos en la producción de ladrillos verdes cumple con esta obligación, al disminuir la acumulación y la polución de plásticos en el medio ambiente.

En consecuencia, la promoción y adopción de ladrillos ecológicos en Ecuador no solo representa una innovación en el campo ambiental y técnico, sino que también tiene el apoyo de la Constitución, que incentiva a las entidades públicas y privadas a aplicar soluciones sustentables que garanticen un desarrollo balanceado con el medio ambiente.

1.2.2 Código Orgánico del Ambiente y Ley de Gestión Ambiental

Los artículos constitucionales que mencionas reflejan un marco legal sólido y pertinente para la protección ambiental y la promoción de la sostenibilidad, aspectos esenciales para el desarrollo y uso de ladrillos ecológicos en la construcción sostenible que hemos analizado.

En particular:

El artículo 14 establece el derecho fundamental de todos los ecuatorianos a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Este mandato asigna al Estado el deber de establecer y aplicar políticas públicas que salvaguarden el medio ambiente, promoviendo la utilización de materiales y técnicas de construcción sostenibles, como los ladrillos hechos de plástico reciclado, que contribuyen a disminuir la polución y a conservar los recursos naturales.

El artículo 15 impide la utilización de tecnologías que causen daños severos al medio ambiente, fomentando de esta manera el empleo de tecnologías ecológicas y con menos contaminantes. Esto difiere de los métodos convencionales de producción de ladrillos, que necesitan hornos de altas temperaturas y generan emisiones contaminantes, en cambio, la producción de ladrillos ecológicos emplea procesos de menor consumo energético y materiales reciclados, en concordancia con este mandato constitucional.

El artículo 396 subraya la obligación conjunta del Estado y la sociedad de evitar la polución y manejar correctamente los desechos, en especial los plásticos. El reaprovechamiento de estos desechos para la producción de ladrillos ecológicos cumple directamente con esta responsabilidad, al reducir la acumulación y contaminación de plásticos en el entorno.

Así pues, la adopción y promoción de ladrillos ecológicos en Ecuador no solo simboliza una innovación técnica y ambiental, sino que también cuenta con el apoyo de la Constitución, que motiva a los participantes públicos y privados a aplicar soluciones sustentables que aseguren un desarrollo equilibrado con el medio ambiente.

1.2.3 Normas INEN sobre materiales de construcción y reciclaje

El marco normativo establecido por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) es fundamental para regular y garantizar una gestión sostenible de los residuos plásticos, especialmente en la producción de materiales constructivos sostenibles como los ladrillos ecológicos. A continuación, se presenta un resumen y contexto de cómo estas normas técnicas ecuatorianas contribuyen al manejo adecuado de los residuos y al desarrollo de materiales reciclados:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2588

Esta regulación se enfoca en la gestión responsable del medio ambiente en relación con los plásticos agrícolas empleados. Establece responsabilidades exactas para los productores, generadores y gestionadores de residuos respecto a la categorización, preservación, transporte y documentación de estos materiales. Además, dicta que las infraestructuras de reciclaje deben operar bajo condiciones técnicas y de seguridad adecuadas, asegurando de esta manera el monitoreo y la vigilancia ambiental a lo largo de toda la cadena.

Su correcta aplicación resulta fundamental para garantizar que el plástico reciclado utilizado en la fabricación de ladrillos ecológicos cumpla con los estándares que previenen la contaminación y minimizan riesgos (Ministerio del Ambiente, 2012; Normalización.gob.ec, s.f.).

Norma Técnica NTE INEN 2633

Esta norma regula la gestión de residuos plásticos post-industriales y post-consumo provenientes de distintos sectores, incluyendo el industrial, comercial, doméstico y de la construcción. Define requisitos para la recolección, clasificación y tratamiento de estos residuos, fomentando su reincorporación segura en productos nuevos, como los ladrillos ecológicos.

Su implementación es fundamental para impulsar la economía circular, reducir la cantidad de desechos enviados a vertederos y aprovechar los recursos plásticos dentro de la construcción sostenible (Ministerio del Ambiente, 2012; Quito.gob.ec, s.f.).

Infraestructura y seguridad en instalaciones de reciclaje

Estas normativas ayudan a reducir los riesgos ambientales y laborales, garantizando una gestión segura y responsable en la conversión de desechos plásticos en materiales que se pueden reutilizar. Esto es esencial para asegurar que la cadena de reciclaje sea sostenible desde un enfoque ambiental y social (Ministerio del Ambiente, 2012; Normalización. gob. ec, s. f.).

1.2.4 Ordenanzas municipales sobre residuos

En efecto, las ordenanzas municipales de Manta juegan un papel clave para apoyar y regular la gestión de residuos sólidos a nivel local, lo cual es fundamental para la viabilidad y éxito de proyectos sostenibles como la fabricación de ladrillos ecológicos a partir de plásticos reciclados.

Al establecer reglas claras y controles, estas normas apoyan proyectos que convierten residuos en recursos, ayudan a reducir la contaminación y promueven un desarrollo más sostenible, como se señala en el estudio de factibilidad sobre la venta de ladrillos ecológicos en Manta.

Concretamente, la legislación local:

Promueve la creación de empresas y proyectos que utilicen desechos plásticos, ofreciendo estímulos o aseguramientos para su operación responsable.

Demanda a los actores involucrados en la administración de residuos (quienes producen, recolectan y reciclan) adoptar prácticas ambientales apropiadas.

Fomenta la educación y sensibilización ciudadana para optimizar la separación de desechos en su procedencia, garantizando una superior calidad en los materiales reciclables.

Promueve la cooperación entre proyectos municipales y normativas nacionales para asegurar la viabilidad legal y funcional.

Por lo tanto, las normativas en Manta son un componente esencial en el marco normativo que promueve y respalda la aplicación de ladrillos ecológicos, contribuyendo a incrementar la calidad del medio ambiente, mejorar la administración de plásticos y establecer a la ciudad como un referente de innovación sustentable y edificación ecológica.

1.2.5 Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

El proyecto de fabricación y comercialización de ladrillos ecológicos se encuentra plenamente alineado con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, constituyendo una respuesta concreta y efectiva a desafíos ambientales y sociales prioritarios a nivel global.

ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura

Esta iniciativa impulsa el desarrollo de infraestructuras resilientes y promueve una industrialización sostenible. La construcción está progresando debido al empleo de plásticos reciclados en la fabricación de bloques y la implementación de métodos avanzados como la compresión hidráulica. Facilita que las pequeñas y medianas empresas se involucren en prácticas productivas más ecológicas y respetuosas con el medio ambiente.

ODS 11: Comunidades y ciudades sostenibles

La Iniciativa respalda la edificación de viviendas con un paisajismo respetuoso con el medio ambiente, un paisajismo alentador y amigable con el medio ambiente. Fomenta el desarrollo de ciudades inclusivas y seguras.

Fomenta una gestión responsable de residuos urbanos, reduce la huella ecológica del sector constructivo y fortalece políticas urbanas orientadas al uso eficiente de recursos locales, generando ambientes saludables y de calidad para la población.

ODS 12: Producción y Consumo Responsables

Este proyecto fomenta la utilización eficaz de recursos naturales y la administración consciente de desechos, mediante la reutilización de residuos plásticos en materiales de edificación. La adopción de prácticas ecológicas y la economía circular, fundamentada en el reciclaje y la reutilización de desechos en la cadena de producción, ayudan a definir modelos de producción y consumo sustentables en el sector industrial.

ODS 13: Acción por el Clima

La sustitución de ladrillos convencionales por ecológicos reduce significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente CO₂, ayudando a mitigar el cambio climático. Además, el desarrollo y la difusión de estos materiales sostenibles, junto con campañas de sensibilización, fortalecen la capacidad de ajuste ante riesgos climáticos, en coherencia con los compromisos internacionales de acción climática.

1.3 Marco Metodológico

1.3.1 Modalidad de la Investigación

La investigación se sustenta en una metodología de carácter campo-bibliográfico, lo que permite abordar el problema desde una perspectiva amplia, combinando evidencia empírica con un marco teórico sólido. Esta estrategia

metodológica integra la recolección de datos directamente de los actores involucrados en la ciudad de Manta con una revisión documental exhaustiva que aporta profundidad conceptual al análisis.

Modalidad de campo:

Se basa en recoger información directa por medio de encuestas hechas a gente que trabaja en construcción y a posibles compradores. Así se puede entender qué piensan, cómo sienten y qué problemas ven para usar los ladrillos ecológicos aquí en la zona.

Enfoque bibliográfico:

Aquí se revisa mucha información ya publicada, como estudios, documentos oficiales y reglas que tengan que ver con cuidar el ambiente, reciclar plástico y usar materiales más amigables para construir. Esto ayuda a tener una base para entender mejor lo que se encuentra en las encuestas y entrevistas.

Diseño metodológico no experimental y de corte transversal:

La investigación no modifica nada, solo observa cómo están las cosas tal cual son. Además, toda la información se junta en un solo momento, para ver cómo están las condiciones ahorita y si el proyecto puede funcionar.

En resumen, este método mezcla datos que se pueden contar con opiniones y también información de libros y estudios, para dar un análisis completo y claro sobre si es posible y conveniente hacer y vender ladrillos ecológicos en Manta.

1.3.2 Enfoque

La investigación se hace usando un enfoque cuantitativo, que busca juntar y analizar datos numéricos para evaluar cosas importantes del proyecto, como qué piensa el mercado, cuánto plástico reciclable hay disponible y cuánto cuesta hacer los ladrillos ecológicos. Este método ayuda a sacar resultados claros y objetivos que se pueden revisar con estadísticas, dando una base sólida para tomar decisiones (Baptista, Fernández & Hernández, 2010).

Una de las ventajas de este enfoque es que permite medir con exactitud cosas importantes, como si la gente aceptaría el producto, cuánto podrían comprar y cómo se comparan los costos con los beneficios. Para eso, se usarán encuestas bien organizadas que ayudarán a encontrar patrones, tendencias y relaciones que apoyen que el proyecto sea viable técnica, económica y socialmente (Hernández Sampieri, Fernández & Baptista, 2014).

Además, este método permite que el estudio se pueda repetir en otras zonas que tengan condiciones parecidas, lo que hace que los resultados no solo sirvan para Manta, sino también para otras regiones o incluso a nivel nacional con situaciones similares (Babbie, 2010).

En resumen, el enfoque cuantitativo hace que el estudio sea más riguroso y confiable, dando datos que ayudan a crear estrategias efectivas para usar el plástico reciclado de manera sostenible en la construcción.

1.3.3 Nivel de Investigación

La presente investigación se enmarca en el nivel descriptivo, ya que su objetivo principal es examinar detalladamente las características técnicas, económicas y

sociales asociadas a los ladrillos ecológicos elaborados con plástico reciclado. Esta clasificación resulta adecuada para proporcionar una visión integral sobre la percepción del mercado en Manta, así como sobre las actitudes, expectativas y factores que pueden incidir en la viabilidad y éxito del proyecto (Hernández Sampieri, Fernández & Baptista, 2014).

Con el enfoque descriptivo, se quiere responder preguntas importantes como: ¿Qué tan bien aceptado sería este tipo de ladrillo en el mercado local? ¿Qué beneficios ven los recicladores y las empresas constructoras en esta idea? ¿Qué problemas podrían aparecer relacionados con la logística y los costos? Este tipo de estudio se dedica a observar y registrar las cosas más importantes del entorno, sin tratar de explicar causas, lo que ayuda a hacer un diagnóstico claro y adaptado a la realidad (Sampieri, Collado & Lucio, 2010).

Además, este enfoque es muy útil para estudios de mercado y factibilidad porque ayuda a identificar tendencias, patrones y opiniones en el entorno. La información que se obtiene se vuelve una herramienta clave para tomar decisiones estratégicas y planear acciones que se ajusten a las necesidades y condiciones locales (Babbie, 2010). En resumen, el estudio busca generar datos confiables y medibles que muestren con exactitud cómo está la situación ahora, dando una base firme para avanzar con el proyecto.

1.3.4 Diseño de la Investigación

El estudio no es de tipo experimental ya que no se alteran ni modifican las variables analizadas y también se analiza en su estado como ocurren en la realidad. Este método es apropiado porque el objetivo es describir y analizar la

viabilidad del producto sin influir ni modificar las circunstancias bajo las que se presenta.

Asimismo, presenta un diseño de corte transversal, ya que la información se obtiene en un único instante o intervalo, similar a una captura momentánea del fenómeno. Así se puede analizar cómo está la situación ahora mismo sobre la producción y venta de ladrillos ecológicos en Manta, Ecuador, sin hacer seguimiento después.

El estudio se llevará a cabo en terreno, dado que la información se recolectará directamente en el sitio donde suceden los sucesos y se llevará a cabo el proyecto, es decir, en las instalaciones o en el entorno real de producción y posible mercado para estos ladrillos.

De manera complementaria, se adopta un enfoque documental, a través del examen y estudio de fuentes secundarias como leyes, regulaciones, investigaciones anteriores y literatura académica vinculada, que respaldan el marco teórico y jurídico del estudio.

Esta mezcla de métodos posibilita un entendimiento completo desde la observación directa hasta el marco teórico y legal requerido para valorar la factibilidad del proyecto.

1.3.5 Técnicas de Recolección de Datos

La técnica principal seleccionada para la recolección de datos será la encuesta estructurada, orientada a obtener información cuantitativa sobre aspectos clave relacionados con la producción, aceptación y viabilidad comercial de ladrillos ecológicos fabricados a partir de plástico reciclado.

Objetivos de la encuesta:

El estudio busca entender qué tanto saben y qué opinan las personas sobre los ladrillos ecológicos, sobre todo en cuanto a sus beneficios para el medio ambiente y su uso en la construcción. También se quiere saber si los recicladores comunitarios, especialmente los que recogen plástico PET, están en condiciones de proveer la materia prima necesaria. Además, se analiza cómo ven estos ladrillos tanto las empresas constructoras como los usuarios finales, para medir el interés real y la posible demanda en el mercado. Por último, se toma en cuenta lo que piensan sobre la relación entre el costo y las ganancias, ya que eso ayuda a saber si el proyecto puede ser rentable y sostenible a largo plazo.

1.3.6 Plan de Recolección de dato

Tabla 2
Plan de Recoleccion de Datos

<i>N de preguntas frecuentes</i>	<i>Explicación</i>
1. <i>¿Para qué?</i>	Para ver que tan factible es en el ámbito económico, social y comercial estos ladrillos innovadores.
2. <i>¿De qué persona?</i>	Cualquier persona que planea o tengas planes de construcción, ciudadano de la ciudad arquitecto e ingeniero civil
3. <i>¿Sobre qué aspectos?</i>	Sobre su conocimiento de los ladrillos, aceptación del producto, financiamiento y datos generales.
4. <i>¿Quién investiga?</i>	Estudiante Andy Cobeña Moreira

5. ¿Cuándo?	Junio – Julio 2025
6. ¿Dónde?	En la ciudad de Manta, Ecuador, con un enfoque en las necesidades y posibilidades del mercado.
7. ¿Cuántas veces?	Una vez
8. ¿Qué técnica se utilizó?	Encuestas por medio de Microsoft Forms
9.. ¿Con que?	Con un cuestionario planificado y estructurado para la mejor recolección de datos posible

Nota: *Elaboración Propia*

Para la recolección de información se aplicó la técnica de la encuesta, dirigida a constructores, estudiantes de arquitectura/ingeniería civil y personas con intención de edificar en la ciudad de Manta. Como instrumento se utilizó un cuestionario estructurado, compuesto por preguntas cerradas y de opción múltiple, orientadas a identificar la aceptación de los ladrillos ecológicos en el mercado, las características de la demanda y la percepción sobre precios y beneficios ambientales.

El cuestionario fue validado mediante juicio de expertos y aplicado a 384 encuestados, número que corresponde al cálculo de la muestra con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. El instrumento completo se presenta en el apartado de Anexos.

1.3.7 Población y Muestra

La población objetivo de este estudio no corresponde a toda la ciudad de Manta, sino específicamente a los actores vinculados con la industria de la construcción, definidos como constructores, empresas de construcción y personas con intención de edificar en los próximos dos años. Dado que no se dispone de un registro exacto de dicha población, se utilizó la fórmula para poblaciones infinitas con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, lo que determinó una muestra mínima de 384 encuestados.

En consecuencia, se aplicaron 384 encuestas válidas mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, distribuido proporcionalmente en 96 constructores o empresas del sector, 96 estudiantes de carreras afines (arquitectura e ingeniería civil) y 192 personas con planes de construcción en el período señalado. Este tipo de muestreo se justificó por la ausencia de un marco muestral formal y actualizado, lo que obligó a seleccionar a los participantes más accesibles y disponibles, garantizando así un nivel adecuado de validez en los resultados obtenidos.

El público objetivo de este estudio son personas que residen en la ciudad de Manta, situada en la provincia de Manabí, con edades que oscilan entre los 18 y los 55 años. Este segmento fue escogido ya que suele mantenerse activo en el entorno laboral, lo que incrementa la posibilidad de que se involucren en la compra de materiales para la edificación o renovación de sus viviendas. Según los datos más recientes del censo, se calcula que en Manta existen alrededor de 64,988 personas de esa edad.

Según Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (2022), el censo llevado a cabo en el 2022 en Manabí Ecuador, Manta es el segundo cantón más poblado con 271.145 habitantes.

El tamaño de la muestra se establecerá a través de un muestreo no aleatorio por conveniencia, escogiendo un número que represente un número representativo de miembros de cada grupo.

Para esto se aplicará la siguiente formula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Sustituyendo:

- Z=1.96 (95% de confianza)
- N=271,145
- p=0.5
- q=0.5
- e=0.05 (margen de error)

$$n = \frac{271,145 * (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}{(0.5)^2 * (271,145 - 1) + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n=384$$

1.3.8 Procesamiento y Análisis de la Información

La gestión y evaluación de los datos acerca de los ladrillos ecológicos es esencial para comprender adecuadamente los datos. Primero, se estructura y analiza todos los datos provenientes de las encuestas y otras fuentes para prevenir

fallos. Después, se utilizan técnicas estadísticas sencillas que permiten observar patrones y puntos de vista acerca del uso de estos ladrillos (Rodríguez Martín et al., 2024; Segovia & Aguilar, 2021).

Además, se categoriza la información en función de rasgos sociodemográficos, técnicas y de mercado para reconocer grupos con requerimientos particulares. Esto contribuye a realizar un análisis integral que optimiza la investigación y el plan de negocio (Market Research Intellect, 2024). Por último, se interpretan los resultados junto con información científica, normativas y casos similares, lo que fortalece el análisis y las conclusiones. Esta mezcla de datos y contexto permite hacer recomendaciones sólidas para la implementación y venta de los ladrillos ecológicos (Segovia & Aguilar, 2021; Rodríguez Martín et al., 2024).

Para el procesamiento de la información se aplicaron 384 encuestas válidas, número que corresponde al cálculo muestral con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. Las encuestas fueron tabuladas y procesadas en Microsoft Excel, utilizando estadística descriptiva (frecuencias absolutas, porcentajes y gráficos). Esto permitió organizar la información, identificar tendencias y analizar la aceptación de los ladrillos ecológicos en el mercado local.

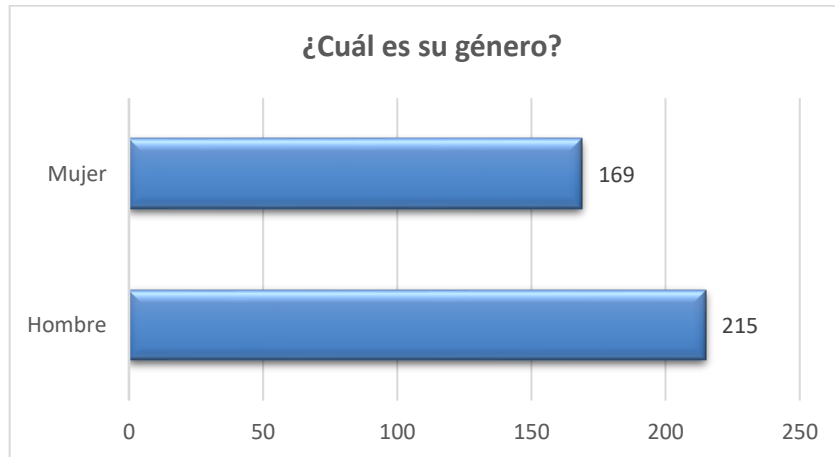
2 Capítulo 2: Estudio de Campo

2.1 Análisis e interpretación de Mercado

1. ¿Cuál es su género?

Figura 1

Género de los encuestados



Nota: *Elaboración Propia*

El estudio contó con 384 personas: 56% hombres y 44% mujeres, casi parejo pero un poco más de hombres. Tener ambos géneros ayuda a entender mejor qué piensan sobre los ladrillos ecológicos, haciendo el análisis más justo y completo para saber si se aceptan bien.

2. ¿Cuál es su ocupación?

Figura 2

Ocupación de los encuestados



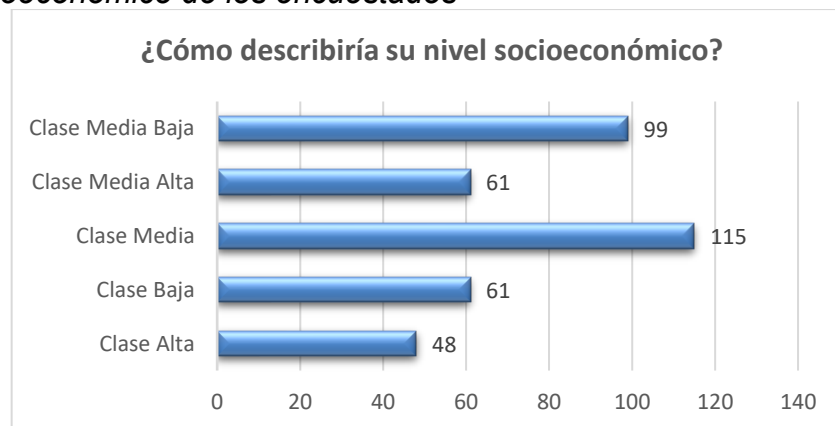
Nota: *Elaboración Propia*

El gráfico ilustra que el 28. 1% corresponde a individuos comunes, seguidos por ingenieros civiles con un 21. 4%, y estudiantes de arquitectura o edificación con un 18. 5%. También se incluyeron arquitectos (16. 1%) y constructores (15. 9%). Esta combinación de perfiles técnicos y clientes contribuye a realizar un análisis más exhaustivo sobre la posibilidad de comercializar ladrillos sostenibles.

3. ¿Cómo describiría su nivel socioeconómico?

Figura 3

Nivel socioeconómico de los encuestados

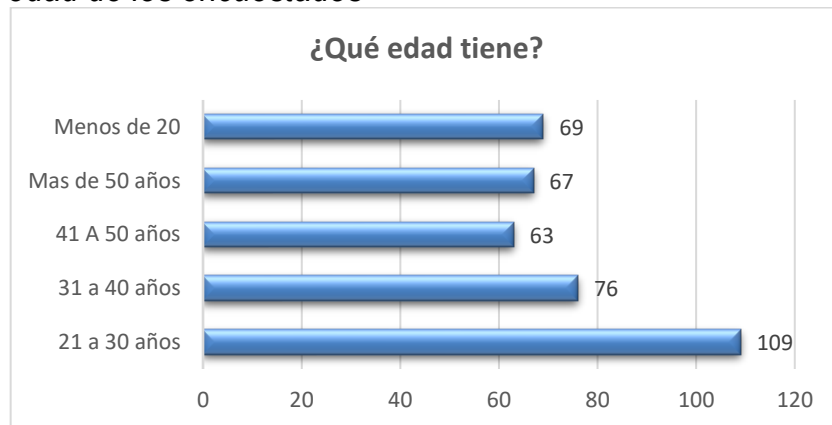


Nota: *Elaboración Propia*

La mayoría de los encuestados pertenece a la clase media y media baja, lo que muestra que más del 50% está en niveles económicos intermedios. Esto ayuda a enfocar la venta de ladrillos ecológicos en personas que valoran lo sostenible pero también buscan buen precio. También hay presencia de clases baja y alta, por lo que, con una buena estrategia, se puede llegar a distintos públicos.

4. ¿Qué edad tiene?

Figura 4
Rango de edad de los encuestados



Nota: *Elaboración Propia*

La mayoría de los encuestados tienen entre 21 y 30 años (28,4%), seguido por el grupo de 31 a 40 años (19,8%) y menores de 20 años (18%). Esto indica que gran parte del público objetivo está en edad productiva y podría interesarse en proyectos sostenibles. Además, con un 16,4% de adultos mayores de 41 años y un 17,4% de más de 50 años, se observa que el producto ecológico tiene aceptación en varias edades.

5. ¿Ha escuchado hablar de ladrillos ecológicos hechos con plásticos reciclados?

Figura 5
Conocimiento sobre ladrillos ecológicos elaborados con plásticos reciclados



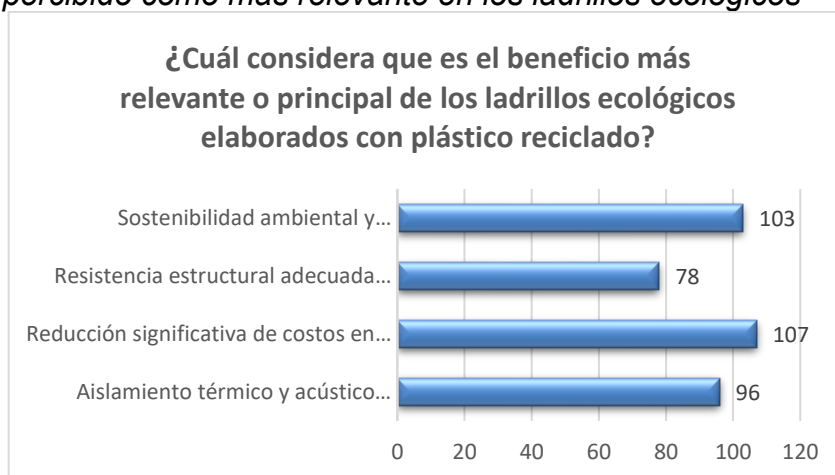
Nota: *Elaboración Propia*

El 36,7% de los encuestados ha oído hablar de los ladrillos ecológicos hechos con plástico reciclado, pero no conoce mucho sobre el tema; el 33,6% nunca ha escuchado nada al respecto, y solo el 29,7% dice tener buena información. Esto indica que el conocimiento sobre el producto es bajo, lo que abre una oportunidad para lanzar campañas de educación y sensibilización que faciliten su aceptación y venta.

6. ¿Cuál considera que es el beneficio más relevante o principal de los ladrillos ecológicos elaborados con plástico reciclado?

Figura 6

Beneficio percibido como más relevante en los ladrillos ecológicos



Nota: *Elaboración Propia*

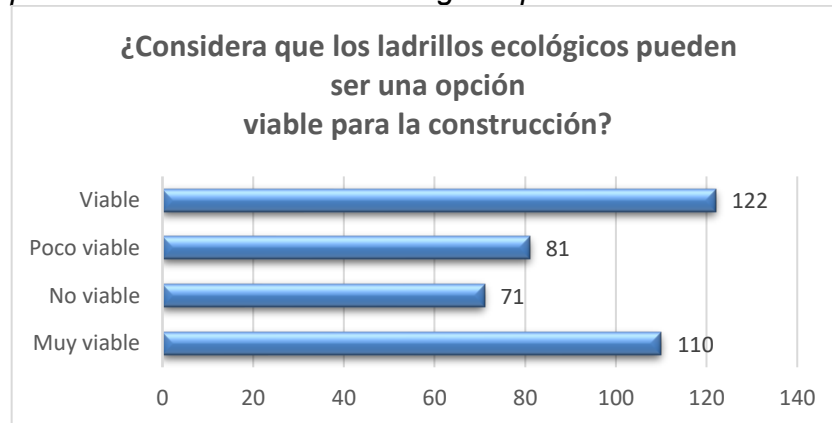
De los participantes de la encuesta, el 27,9% resaltó la disminución de costos como la mayor ventaja de los bloques ecológicos, seguido por el 26,8% que apreció su contribución a la preservación del medio ambiente. Un 25% indicó el aislamiento sonoro y térmico, mientras que un 20,3% destacó su resistencia. Esta información indica que los individuos buscan soluciones que fusionen eficiencia, sostenibilidad y funcionalidad.

7. ¿Considera que los ladrillos ecológicos pueden ser una opción

viable para la construcción?

Figura 7

Viabilidad percibida de los ladrillos ecológicos para la construcción



Nota: *Elaboración Propia*

El 31,8% de los encuestados cree que los bloques ecológicos son viables, y un 28,6% los ve muy viables, lo que muestra una opinión mayormente positiva. Sin embargo, un 21,1% los considera poco viables y un 18,5% nada viables. Esto indica que, aunque hay interés, aún existen dudas que pueden resolverse con más información técnica y pruebas de calidad.

8. En términos de calidad, ¿cree que los ladrillos ecológicos podrían ser igual o mejores que los ladrillos tradicionales?

Figura 8

Opinión sobre la calidad de los ladrillos ecológicos frente a los tradicionales



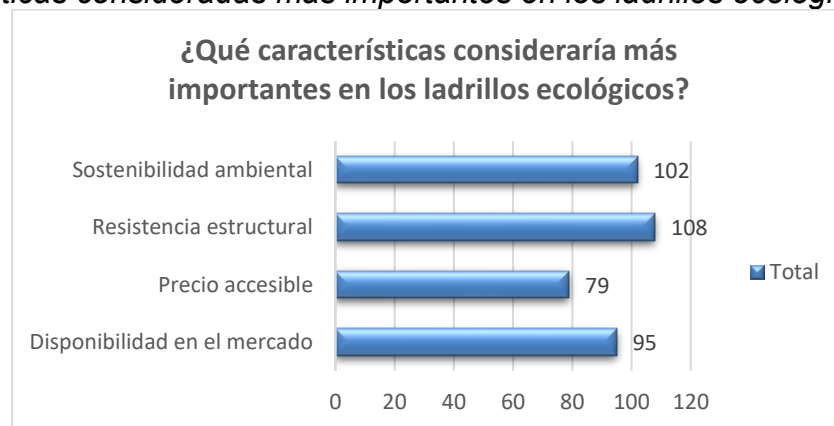
Nota: *Elaboración Propia*

Las conclusiones muestran una diversidad de opiniones respecto a la calidad de los ladrillos ecológicos en comparación con los convencionales: un 26% considera que son equivalentes, un 24. 5% los considera superiores y un 23. 4% opina que son inferiores. Además, otro 26% se encuentra indeciso. Esto evidencia tanto el interés como la incertidumbre existente, lo que pone de manifiesto la importancia de proporcionar información clara y evidencias que avalen la calidad de estas alternativas.

9. ¿Qué características consideraría más importantes en los ladrillos ecológicos?

Figura 9

Características consideradas más importantes en los ladrillos ecológicos



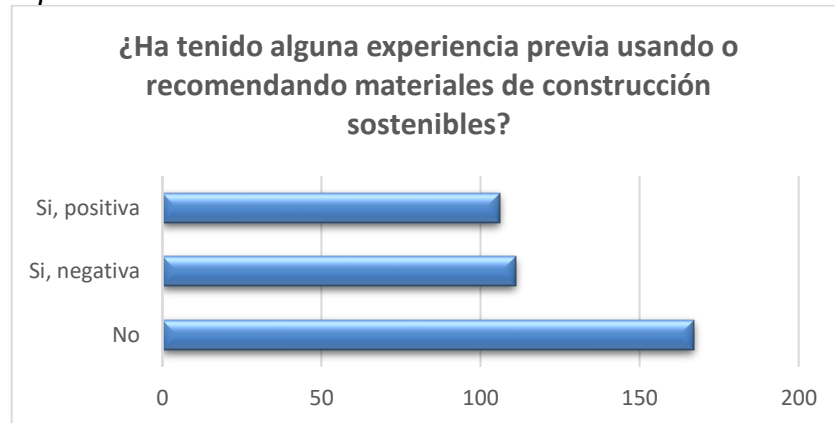
Nota: *Elaboración Propia*

De acuerdo con el sondeo, tanto la longevidad (28,1%) como la sostenibilidad (26,6%) son las propiedades más apreciadas de los bloques ecológicos. Se considera también relevante su accesibilidad (24,7%) y su costo (20,6%). Esto señala que los consumidores valoran la calidad y la repercusión ecológica del producto.

10. ¿Ha tenido alguna experiencia previa usando o recomendando materiales de construcción sostenibles?

Figura 10

Experiencia previa con materiales de construcción sostenibles



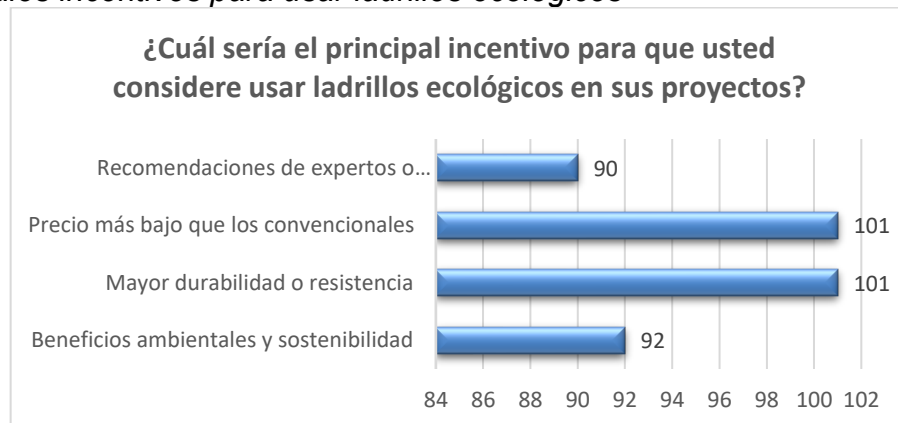
Nota: *Elaboración Propia*

El 43,5% de los participantes en la encuesta nunca ha empleado materiales de construcción sostenibles. De aquellos que sí realizaron la prueba, un 27,6% experimentó una experiencia positiva y un 28,9% una experiencia negativa. Esto señala que existe escaso entendimiento y puntos de vista divergentes acerca de estos materiales.

11. ¿Cuál sería el principal incentivo para que usted considere usar ladrillos ecológicos en sus proyectos?

Figura 11

Principales incentivos para usar ladrillos ecológicos



Nota: *Elaboración Propia*

De acuerdo con los hallazgos de la encuesta, las razones más importantes para utilizar bloques ecológicos son su costo asequible y su mayor resistencia, con un 26.3% en cada caso. A continuación, se encuentran las ventajas ambientales (24%) y las sugerencias de especialistas o regulaciones necesarias (23.4%). Esto muestra un equilibrio entre factores económicos, técnicos y ecológicos, datos esenciales para crear tácticas de comercialización y avance del producto.

12. ¿Qué medios de información prefiere para conocer y evaluar materiales innovadores como los ladrillos ecológicos?

Figura 12

Medios de información preferidos para conocer materiales innovadores



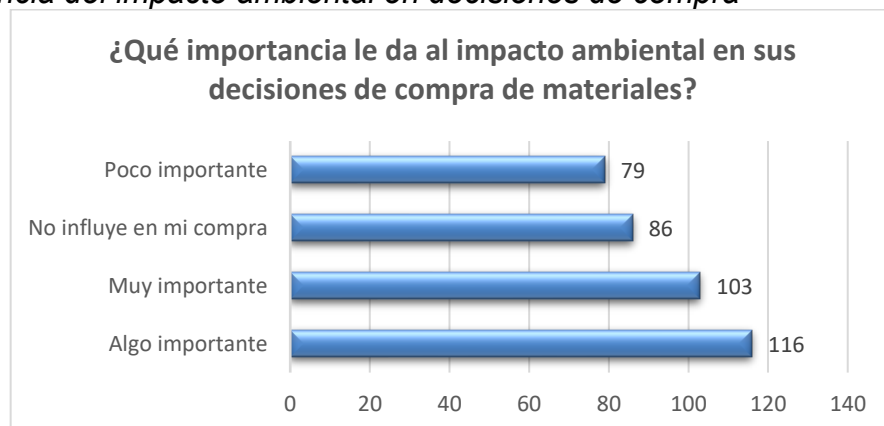
Nota: *Elaboración Propia*

Los hallazgos indican que el marketing digital y las redes sociales (27,3%) son los medios más habituales de conocimiento sobre los ladrillos sostenibles, seguidos por los videos y seminarios en línea (25,8%), talleres en persona (24,7%) y libros de especialidad (22,1%). Esto subraya la relevancia de los canales digitales para la difusión y promoción de este tipo de productos.

13. ¿Qué importancia le da al impacto ambiental en sus decisiones de compra de materiales?

Figura 13

Importancia del impacto ambiental en decisiones de compra



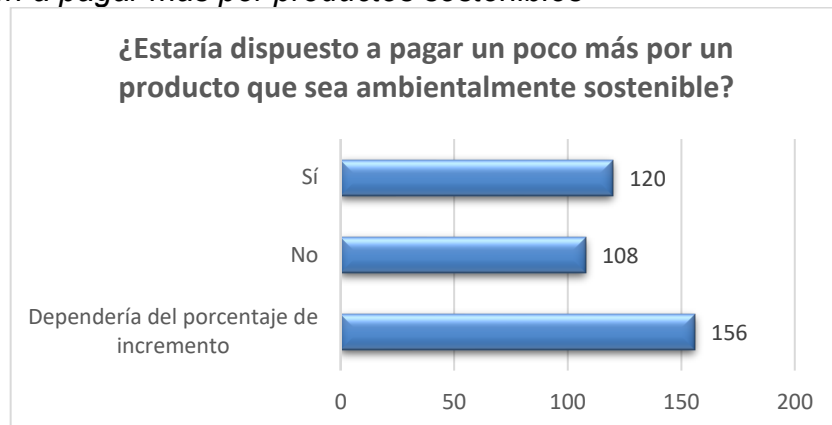
Nota: *Elaboración Propia*

Los datos muestran que para muchos el impacto ambiental sí influye al elegir materiales: un 30,2% lo considera “algo relevante” y un 26,8% “muy relevante”. En cambio, un 22,4% dice que no influye y un 20,6% le da poca importancia. Esto refleja una tendencia positiva hacia la conciencia ecológica.

14. ¿Estaría dispuesto a pagar un poco más por un producto que sea ambientalmente sostenible?

Figura 14

Disposición a pagar más por productos sostenibles



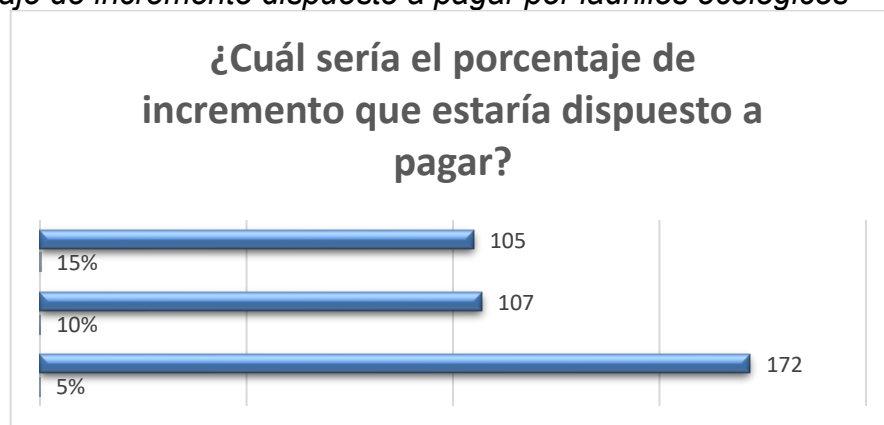
Nota: *Elaboración Propia*

El 31,3% de los encuestados pagaría un poco más por un producto sostenible, lo que muestra una actitud positiva hacia el consumo responsable. Sin embargo, el 28,1% no lo haría y el 40,6% dependería del aumento en el precio. Esto indica que el costo sigue siendo clave al tomar decisiones de compra.

15. ¿Cuál sería el porcentaje de incremento que estaría dispuesto a pagar?

Figura 15

Porcentaje de incremento dispuesto a pagar por ladrillos ecológicos



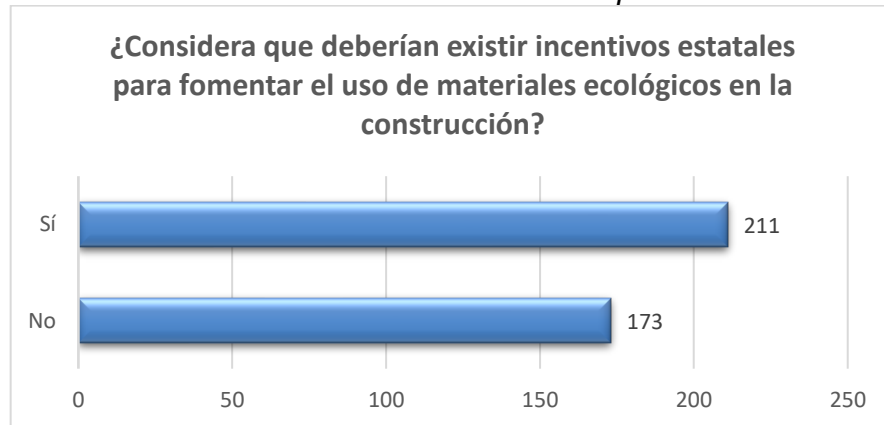
Nota: *Elaboración Propia*

El 44,8% de los encuestados acepta un aumento del 5% en el precio, el 27,9% estaría dispuesto a pagar un 10% más, y solo el 27,3% aceptaría un 15%. Esto muestra que hay interés en productos ecológicos, pero el respaldo baja a medida que sube el costo, lo cual es clave para definir una estrategia de precios.

16. ¿Considera que deberían existir incentivos estatales para fomentar el uso de materiales ecológicos en la construcción?

Figura 16

Opinión sobre la necesidad de incentivos estatales para materiales ecológicos



Nota: *Elaboración Propia*

El 54,9% de los encuestados cree que el Estado debería dar incentivos para impulsar el uso de materiales sostenibles, mientras que el 45,1% no lo considera necesario. Aunque hay opiniones divididas, la mayoría apoya la intervención estatal, lo que podría ayudar a promover el uso de bloques ecológicos.

3 Capítulo III: Plan de Negocios

3.1 Estudio de Mercado

La actitud de los constructores hacia los ladrillos ecológicos ha mejorado por la mayor conciencia ambiental y las normas sostenibles. Muchos profesionales en Ecuador están dispuestos a usarlos por el ahorro y beneficio ecológico, pero su aceptación completa depende de la confianza en su resistencia y certificación.

Hay bastante materia prima para hacer ladrillos ecológicos, gracias a los residuos plásticos como PET y HDPE que se generan en las ciudades. La recolección de plástico ya sea formal o informal, es esencial para garantizar la materia prima, aunque se requieren convenios que aseguren un abastecimiento continuo.

Pese a que los ladrillos de arcilla y hormigón continúan controlando el mercado, los ladrillos ecológicos están ganando terreno y poseen un considerable potencial de expansión. Por lo tanto, la estrategia de negocio debe enfocarse en resaltar sus ventajas medioambientales, demostrando cómo contribuyen a disminuir los residuos plásticos y el efecto en el medio ambiente.

3.1.1 Segmentación del mercado

Cuando se habla de ladrillos elaborados con PET reciclado, el mercado no es homogéneo. Las constructoras buscan materiales que reduzcan costos y peso estructural, algo clave en ciudades con riesgo sísmico como Manta o Cuenca. Las municipalidades, en cambio, podrían interesarse tanto por su uso en programas de vivienda social como por el aporte en la reducción de residuos plásticos.

Por otro lado, las inmobiliarias ven en lo ecológico una oportunidad de diferenciar sus proyectos y atraer clientes exigentes. Las familias auto constructoras priorizan precio y facilidad de uso, mientras que ONG y fundaciones suelen apostar por materiales alternativos en iniciativas de vivienda social y comunitaria.

Tabla 3
Segmentación del mercado

Segmento	Necesidades específicas	Capacidad adquisitiva	Nivel de aceptación
Constructoras y contratistas	Materiales livianos, que reduzcan costos de obra y cumplan normas INEN. Buscan alternativas que disminuyan riesgos en zonas sísmicas.	Media- manejan presupuestos proyectos vivienda y obras privadas	Alta, Inicialmente por resistencia cultural al uso de materiales no tradicionales, pero puede crecer si se demuestra viabilidad técnica y ahorro.
Municipalidades y gobiernos locales	Soluciones para reducir RSU y cumplir objetivos ambientales. Materiales para programas de vivienda social y equipamientos básicos.	Variable, depende de presupuestos públicos y convenios (ej. EMAC en Cuenca apoya recolección de PET).	Medio-Alto, ya que existe presión por adoptar modelos de economía circular y materiales sustentables.
Empresas inmobiliarias	Diferenciar proyectos con construcciones “eco” y atractivas para consumidores conscientes.	Alta, al manejar proyectos residenciales y comerciales de gran escala.	Medio, condicionado a que el ladrillo PET tenga certificaciones técnicas y

Necesitan técnico normativo.	aval y	aceptación del mercado objetivo
------------------------------------	-----------	---------------------------------------

Nota: *Elaboración Propia*

3.1.2 Análisis PESTEL

Según Diego (2019) El análisis PESTEL permite comprender los factores externos que influyen en el sector de producción y comercialización, esto lo aplicamos a los ladrillos ecológicos a base de plástico reciclado en Ecuador. A continuación, se detallan los factores Político, Económico, Social, Tecnológico, Ambiental y Legal que afectan la factibilidad del proyecto.

Político

Las políticas gubernamentales sobre reciclaje y gestión de residuos juegan un papel determinante en la viabilidad de este tipo de materiales. En ciudades como Cuenca, la EMAC ha impulsado programas de recolección de PET, lo cual abre oportunidades de abastecimiento de materia prima. Sin embargo, la falta de una política nacional uniforme y los cambios de gobierno pueden limitar la continuidad de estos incentivos.

Económico

El PET reciclado genera importantes ingresos en Ecuador: solo en Cuenca representa más de 800 mil dólares anuales. Esto evidencia un mercado en crecimiento para productos que reutilicen residuos plásticos. Los costos de

producción tienden a ser más bajos frente a ladrillos tradicionales, ya que requieren menos consumo de energía y materias primas vírgenes. Aun así, factores como la fluctuación del precio del cemento o la logística de transporte pueden incidir en la rentabilidad.

Social

El 98% de las viviendas en el país están construidas con ladrillo o bloque cerámico, lo que refleja una fuerte tradición que dificulta la introducción de materiales alternativos. No obstante, existe una creciente conciencia ambiental que puede favorecer la aceptación de ladrillos reciclados, sobre todo en programas de vivienda social y entre familias auto constructoras que buscan opciones más económicas.

Tecnológico

Las tecnologías necesarias para triturar el PET y procesarlo en combinación con cemento ya existen y han sido probadas en prototipos. Avances en maquinaria de prensado y secado permiten mejorar la resistencia y calidad del producto. El desafío está en escalar la producción industrial, pues en Ecuador aún no se cuenta con plantas a gran escala para este tipo de materiales.

Ambiental

El PET puede tardar entre 500 y 5000 años en degradarse, lo que lo convierte en un grave problema ambiental. Su reutilización en ladrillos contribuye a reducir la presión sobre los rellenos sanitarios y a mitigar la contaminación por plásticos. Además, al disminuir la extracción de áridos, se protege el suelo y se reduce la huella ambiental de la construcción.

Legal

Actualmente en Ecuador no existe una normativa específica para ladrillos con PET reciclado. Por ello, es necesario recurrir a normas internacionales como las argentinas (IRAM), mexicanas (NOM) o españolas (UNE), hasta que se logre establecer una regulación nacional. El cumplimiento de las normas INEN en resistencia y seguridad sísmica será clave para garantizar la aceptación del producto en el mercado.

3.1.3 Análisis FODA

Según Vladimir et. Al (2022) El análisis FODA es una herramienta que facilita identificar las fortalezas y oportunidades que impulsan el desarrollo de los ladrillos ecológicos, así como las debilidades y amenazas que pueden limitar su implementación. Este diagnóstico permite tener una visión clara del proyecto y trazar estrategias que favorezcan su aceptación en el mercado.

Fortalezas

- Producto innovador y sostenible, elaborado con PET reciclado.
- Reduce la contaminación y el volumen de residuos sólidos urbanos.
- Ladrillo más liviano, apto para zonas de riesgo sísmico.
- Posibilidad de menores costos frente al ladrillo tradicional.
- Apoyo de asociaciones de recicladores y disponibilidad de materia prima.

Oportunidades

- Creciente interés en construcción sostenible y economía circular.
- Políticas locales y nacionales que impulsan el reciclaje.

- Mercado inmobiliario interesado en materiales ecológicos.
- Demanda de viviendas sociales y autoconstrucción en sectores populares.
- Potencial de replicar el modelo en otras ciudades del país.

Debilidades

- Ausencia de normativa específica en Ecuador para ladrillos con PET reciclado.
- Limitada infraestructura industrial para producción a gran escala.
- Resistencia cultural al uso de materiales no tradicionales (98% de viviendas usan ladrillo/bloque cerámico).
- Necesidad de certificaciones técnicas y ensayos de resistencia.

Amenazas

- Posible rechazo cultural y desconfianza en la durabilidad del producto.
- Fluctuación en precios de insumos como cemento y transporte.
- Competencia directa con ladrillos tradicionales de bajo costo.
- Inestabilidad política que afecte políticas de reciclaje.
- Costos adicionales por clasificación y acopio del PET.

Tabla 4
Matriz FODA

	Fortaleza	Debilidades
Oportunidades	Lanzar pilotos con municipalidades y programas de vivienda social, resaltando el menor	Crear red de acopio municipal-comunitaria para PET clasificado,

	peso y el aporte a la reduciendo costos
	economía circular. logísticos.
Amenazas	Garantías técnicas y Estandarizar el acopio y la manuales de instalación clasificación de PET para para reducir desconfianza reducir sobrecostos y del mercado. cuellos de botella.

Nota: *Elaboración Propia*

3.1.4 Análisis PORTER

Rivalidad entre competidores existentes

La competencia en el sector de materiales de construcción en Ecuador es alta. Los ladrillos cerámicos y de bloque de hormigón están fuertemente posicionados en el mercado: el 98% de las viviendas utilizan estos materiales. Esto genera una barrera cultural y comercial importante para la introducción de ladrillos ecológicos. Sin embargo, la diferenciación por sostenibilidad y ligereza puede abrir un espacio en segmentos interesados en innovación o construcción verde.

Amenaza de productos sustitutos

Los principales sustitutos son los materiales tradicionales (bloques de hormigón, ladrillos de arcilla) y nuevos sistemas de construcción como paneles prefabricados. Estos sustitutos ya cuentan con aceptación social y normativa, lo que representa un riesgo para la adopción de los ladrillos con PET reciclado. No obstante, el valor agregado ambiental reduce parcialmente esta amenaza, especialmente en proyectos que buscan certificaciones verdes.

Poder de negociación de los clientes

Los clientes principales (constructoras, municipalidades, inmobiliarias y familias auto constructoras) tienen un alto poder de negociación porque cuentan con múltiples alternativas ya consolidadas en el mercado. Su aceptación dependerá de que los ladrillos ecológicos demuestren beneficios en costo, durabilidad y cumplimiento normativo. A medida que crezca la conciencia ambiental, este poder podría equilibrarse a favor del producto reciclado.

Poder de negociación de los proveedores

Los proveedores de PET reciclado son asociaciones de recicladores y empresas municipales como la EMAC en Cuenca. Aunque existe abundancia de materia prima (22% de los residuos corresponde a plásticos), la falta de un sistema de acopio estandarizado puede dar cierto poder a los proveedores organizados. Sin embargo, al tratarse de un residuo de bajo valor, el proyecto puede aprovechar precios relativamente bajos para asegurar el suministro.

Amenaza de nuevos competidores

La posibilidad de ingreso de nuevos competidores es media-alta. El reciclaje de plásticos está en auge y varias iniciativas en la región ya exploran la fabricación de materiales de construcción con residuos. Esto implica que, si el proyecto no logra posicionarse con rapidez, otras empresas podrían aprovechar la misma tecnología. Sin embargo, la creación de alianzas con municipalidades y políticas públicas de reciclaje puede convertirse en una ventaja competitiva difícil de replicar.

3.1.5 Marketing Mix (4P's)

Producto

El ladrillo ecológico se diferencia por estar elaborado a partir de plástico PET reciclado, lo que lo convierte en un producto innovador y sostenible. Entre sus características principales destacan su menor peso en comparación con el ladrillo tradicional, su resistencia adecuada para proyectos de vivienda social y autoconstrucción.

Su aporte ambiental al reducir residuos sólidos urbanos que tardan miles de años en degradarse. La diferenciación radica en la propuesta de valor: un material accesible, ecológico y alineado con la economía circular, ideal para proyectos que buscan certificaciones verdes o responsabilidad social.

Precio

La estrategia de precios se basará en la penetración de mercado, ofreciendo un costo ligeramente inferior al del ladrillo tradicional para incentivar la adopción. El esquema contempla un margen de utilidad moderado, considerando que el PET reciclado es un insumo de bajo costo. Esto permitirá mantener competitividad y, al mismo tiempo, garantizar sostenibilidad financiera. Los precios también se ajustarán a segmentos: tarifas preferenciales para municipalidades o programas de vivienda social, y precios de mercado para constructoras privadas.

Plaza (Distribución)

Los principales canales de distribución serán:

- Directo a constructoras y empresas inmobiliarias interesadas en proyectos diferenciados.
- Municipalidades y programas sociales, aprovechando políticas de reciclaje y vivienda sostenible.
- Ferreterías locales y regionales, para llegar a familias auto constructoras y pequeños constructores.
- Alianzas con asociaciones de recicladores y centros de acopio, fortaleciendo la logística de suministro y reforzando el impacto social.

El enfoque inicial se concentrará en ciudades con alta generación de residuos plásticos y demanda de vivienda como Manta, Guayaquil y Cuenca.

Promoción

La estrategia de comunicación se centrará en destacar el beneficio ambiental y social del ladrillo ecológico. Se emplearán:

- Campañas digitales y redes sociales, resaltando testimonios y casos reales de proyectos sostenibles.
- Ferias de construcción y arquitectura, con demostraciones prácticas de resistencia y facilidad de uso.
- Convenios con universidades y colegios profesionales de ingenieros y arquitectos, para reforzar la confianza técnica.
- Posicionamiento como producto “eco-friendly”, alineado a la economía circular y la reducción de la huella de carbono.

El mensaje clave será: “Construir con responsabilidad: un ladrillo que cuida el futuro”.

3.2 Estudio Técnico

3.2.1 Localización de Planta

La planta se localizaría en el cantón de Montecristi cerca del redondel la tejedora en la vía principal Manta – Montecristi, la localización exacta sería en las coordenadas -1.0054494211518634, -80.6867912366682. Esta se encuentra cerca de 2 recicladoras con la que se podría colaborar y así tener mejor accesibilidad al PET y también estamos en un punto clave para potenciales clientes.

Figura 17

Localización de Planta



Nota: Tomada de Google Maps

3.2.2 Identificación de proveedores estratégicos

El éxito del proyecto depende de asegurar una red sólida de proveedores que garanticen un suministro estable, de calidad y a costos competitivos. En este sentido, se identifican los siguientes actores clave:

Materias primas:

PET reciclado: asociaciones de recicladores urbanos y gestores municipales de residuos (ejemplo: asociaciones en Manta y Manabí). Este insumo es fundamental por su volumen y disponibilidad.

Cemento: empresas cementeras como Holcim Ecuador y UNACEM, que cuentan con plantas de distribución cercanas a la zona costera.

Aditivos y pigmentos: distribuidores químicos localizados principalmente en Guayaquil, que ofrecen variedad de insumos para mejorar propiedades mecánicas y estéticas del ladrillo.

Servicios de apoyo:

Transporte y logística: cooperativas de carga y transporte local, necesarias para movilizar tanto el PET recolectado como el producto final hacia ferreterías y constructoras.

Mantenimiento de maquinaria: talleres locales especializados en equipos industriales, que garantizan la continuidad de la producción con menor tiempo de parada.

Estos proveedores estratégicos no solo aseguran materia prima y servicios esenciales, sino que también aportan estabilidad a la cadena de valor. Además, las alianzas con recicladores refuerzan el impacto social del proyecto al generar empleo e ingresos para comunidades locales.

Por otro lado, mantener relaciones a largo plazo con proveedores clave permite negociar mejores condiciones de compra, garantizar un flujo continuo de

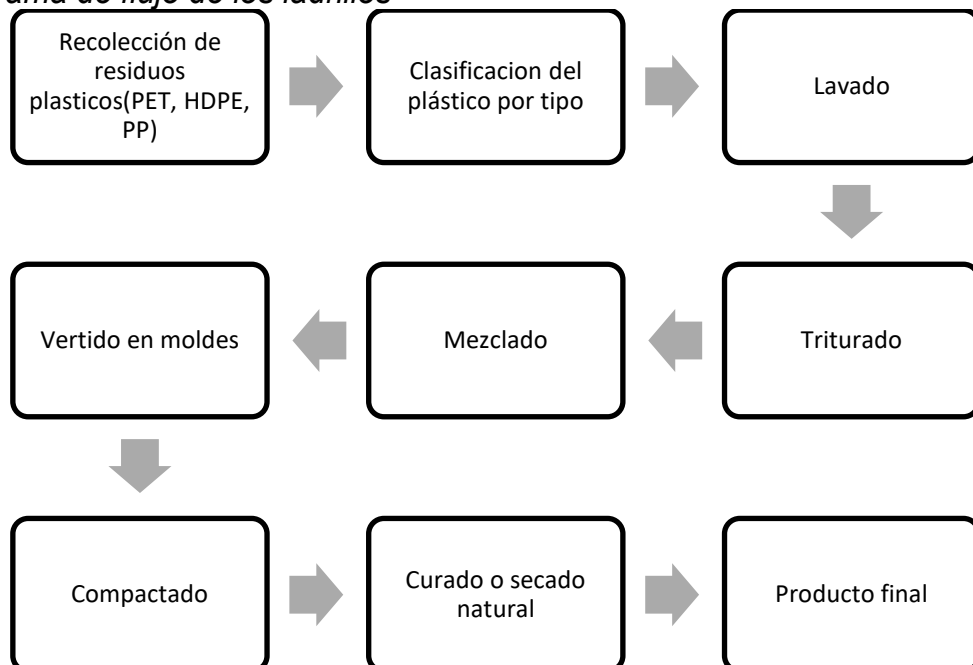
insumos y minimizar riesgos asociados a la escasez o fluctuación de precios. La construcción de contratos marco y convenios de colaboración puede fortalecer la competitividad del emprendimiento frente a rivales que dependen de fuentes de abastecimiento más inestables.

Finalmente, la identificación de proveedores no debe limitarse solo al aspecto comercial, sino también a la dimensión estratégica. Proveedores comprometidos con la sostenibilidad y la economía circular contribuyen a reforzar la imagen ecológica del producto, generando un valor intangible que puede marcar la diferencia en el posicionamiento del ladrillo ecológico en el mercado nacional.

3.2.3 Especificación de maquinaria y equipos

Figura 18

Diagrama de flujo de los ladrillos



Nota: *Elaboración Propia*

El procedimiento se inicia con la recopilación y clasificación de plásticos como PET, HDPE y PP, garantizando que la materia prima sea de alta calidad (Salazar & González, 2022). Luego, se tritura y limpia el plástico para eliminar impurezas que podrían perjudicar la mezcla (Vega & López, 2023).

Después, en una batidora, se combina con cemento Portland y aditivos, hasta conseguir una mezcla homogénea preparada para ser moldada (Rodríguez Martín et al., 2024). Esta combinación se vierte en moldes y se compacta utilizando maquinarias de prensado o bloqueo (Bautista et al., 2024).

Finalmente, los ladrillos se curan o secan para lograr la resistencia requerida, evitando el horneado como se hace con los ladrillos convencionales (Pérez & Fernández, 2022). Esto da como resultado un producto estable, ligero y con mejor aislamiento térmico (Gaggino, s.f.; Rodríguez Martín et al., 2024).

Para producir estos ladrillos ecológicos, se necesita equipo básico como una mezcladora que garantice una mezcla uniforme (Salazar y González, 2022). Igualmente, son precisos molinos para descomponer los plásticos en fragmentos pequeños (Martínez, 2023).

Los moldes, diseñados según las dimensiones y la forma del ladrillo, facilitan la compactación, que puede realizarse mediante prensas tanto manuales como automáticas (Bautista et al., 2024). En diversas situaciones, no es necesario un horno para el proceso de curado, lo que disminuye gastos y emisiones (Ecoembes, s. f.).

Las materias primas principales son plásticos reciclados (PET, HDPE, PP) mezclados con cemento Portland para dar resistencia (García, 2022). También

se usan aditivos que mejoran la unión entre el plástico y el cemento, asegurando que el ladrillo dure más (Pérez y Fernández, 2022).

También se necesita un área amplia que permita la colocación de equipos de trituración, mezcla y moldeo, además de zonas para el almacenamiento y el curado (Rodríguez Martín et al. , 2024). El local debe cumplir normas ambientales y urbanísticas, así como contar con fácil acceso a vías de distribución para optimizar la logística (Segovia & Aguilar, 2021).

Luego de tener claro el proceso de la fabricación de los ladrillos ecológicos vamos con las maquinas que se utilizaran en todo este proceso.

Trituradora

Reduce las botellas a pequeños fragmentos de plástico esto facilita la mezcla con los otros insumos.

Figura 19
Trituradora



Nota: Tomado de Made in China [Fotografía], 2025

Mezcladora

Ayuda a la mezcla del cemento, arena, plástico y aditivos para una mejor homogeneidad en el producto final.

Figura 20
Mezcladora



Nota: Tomada de [Fotografía], 2025

Compactadora

Equipo principal que compacta la mezcla en moldes, dando forma a los ladrillos con alta presión para asegurar resistencia y uniformidad.

Figura 21
Compactadora



Nota: Tomada de HYP HYDRAULIC [Fotografía], 2025

Balanza de plataforma

Equipos de precisión que permiten pesar con exactitud cada materia prima, evitando errores en las proporciones de la mezcla.

Figura 22
Balanza de plataforma



Nota: Tomada de Elicrom, [Fotografía], 2025

Carretillas

Herramientas auxiliares para el transporte de materiales y ladrillos dentro de la planta, mejorando la eficiencia del proceso.

Figura 23
Carretilla

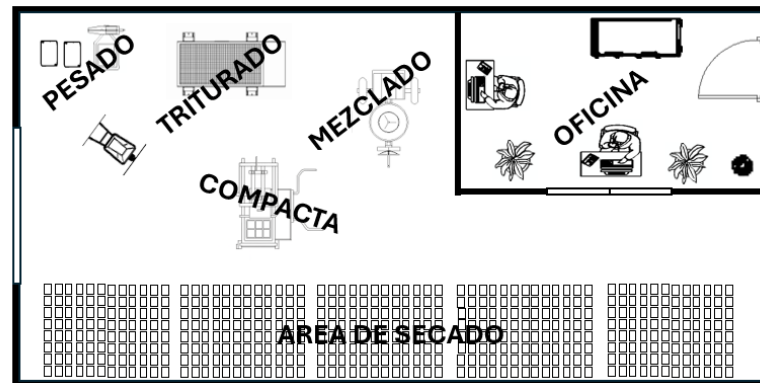


Nota: Tomada de Promart [Fotografía], 2025

Infraestructura

Figura 24

Layout de planta de producción de ladrillos ecológicos

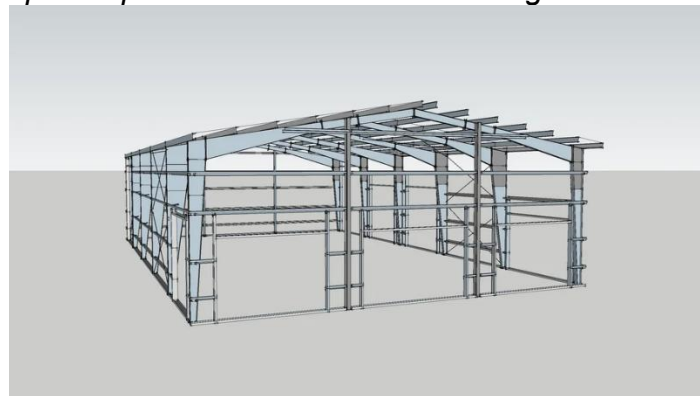


Nota: Elaboración propia

El layout de la planta de producción de ladrillos ecológicos, muestra de manera ordenada las áreas principales del proceso: pesado, triturado, mezclado, compactación y secado. Asimismo, se incluye el espacio administrativo correspondiente a la oficina. Este diseño responde a criterios de eficiencia operativa, al mantener un flujo lineal de materiales y evitar cruces entre operaciones, además de garantizar un uso adecuado del espacio disponible.

Figura 25

Estructura de la planta producción de ladrillos ecologicos



Nota: Obtenido de 3D Warehouse [Fotografía], [https://3dwarehouse.sketchuo.com/model/24e7e338-](https://3dwarehouse.sketchuo.com/model/24e7e338-04b7-468b-b22c-39f7d00c66c0/ESTRUCTURA-GALPON?hl=)

[04b7-468b-b22c-39f7d00c66c0/ESTRUCTURA-GALPON?hl=](https://3dwarehouse.sketchuo.com/model/24e7e338-04b7-468b-b22c-39f7d00c66c0/ESTRUCTURA-GALPON?hl=)

En el modelo estructural se observan los pórticos metálicos, vigas y columnas que conforman la estructura portante del galpón, lo cual permite anticipar la distribución espacial, la resistencia mecánica de la instalación y las necesidades de montaje. Este modelo es una herramienta clave para la planificación, ya que facilita el análisis de cargas, la disposición de techumbre y la ubicación de los cerramientos laterales.

Figura 26

Construcción de la planta producción de ladrillos ecológicos



Nota: Tomada de Supra Desarrollo [Fotografía], <https://supradesarrollos.com.ar/portfolio-item/galpones-naves-industriales-ejemplo/>

Finalmente, se muestra la etapa de construcción real de la nave industrial, donde se aprecia el montaje de las cerchas metálicas y la adecuación del espacio destinado a albergar el proceso productivo. Esta imagen evidencia la transición del diseño proyectado hacia su ejecución material, destacando la robustez de la estructura y la preparación del área para la posterior instalación de maquinaria y equipos productivos.

Capacidad instalada de producción

La capacidad instalada de la planta se refiere a la cantidad máxima de ladrillos ecológicos a base de plásticos reciclados que puede producirse en un período determinado, considerando las limitaciones de maquinaria, disponibilidad de materia prima y tiempo de operación en cada etapa del proceso (triturado, mezclado, moldeo y compactado).

Cálculo de la capacidad instalada

Para el cálculo se toma en cuenta la bloquera hidráulica como equipo principal.

- Cada ciclo de la máquina produce en promedio 4 ladrillos por minuto.
- Una jornada de trabajo estándar se estima en 8 horas diarias (480 minutos).
- El cálculo se proyecta sobre un promedio de 22 días laborables por mes.

Datos Iniciales

- Producción por ciclo: 4 unidades
- Ciclos por día: 480
- Producción diaria: 1.920 ladrillos
- Producción mensual (año 1): 42.240 unidades

Efectivo (OEE = 0,75)

- $1.920 \times 0,75 = 1.440$ ladrillos/día
- Mensual (22 días): 31.680 | Anual: 380.160

Producción Diaria

$$\text{Capacidad diaria} = \frac{\text{Producción mensual}}{\text{Días laborales}} = \frac{31.680}{22} \approx 1.440 \text{ Ladrillos/día}$$

Producción Anual

$$31.680 \times 12 = 380.160 \text{ ladrillos/año}$$

Proyección de la Producción (5 años)

Tabla 5

Producción anual (5 años)

Año	Producción Mensual (unid)	Producción diaria (unid)	Producción anual (unid)
1	31.680	1.440	380.160
2	33.264	1.512	399.168
3	34.927	1.588	419.124
4	36.673	1.667	440.076
5	38.506	1.750	462.072

Nota: Elaboración Propia

3.3 Estudio Organizacional y Ambiental

3.3.1 Propuesta de estructura organizativa de la microempresa

La microempresa tendrá una estructura funcional y simple, con áreas clave: Dirección General, Producción, Calidad, Comercialización y Administración. La Dirección define la estrategia y supervisa todo. El sector de Producción se ocupa de administrar los recursos y maquinaria, mientras que la Calidad se encarga de garantizar el cumplimiento de los estándares técnicos y medioambientales.

La Comercialización se encarga de promocionar y comercializar el producto, mientras que la Administración gestiona las finanzas y al personal (Bautista et

al., 2024; Segovia & Aguilar, 2021). En las microempresas, es habitual que ciertos puestos se fusionen para maximizar recursos, lo que facilita una estructura más adaptable y una comunicación interna más eficaz (Ortega & Vásquez, 2024).

3.3.2 Cumplimiento de normas ambientales

La pequeña compañía debe acatar meticulosamente las normativas ambientales vigentes, incluyendo normativas locales, nacionales e internacionales con relación al manejo de residuos plásticos y emisiones, garantizando la obtención de las autorizaciones necesarias y realizando evaluaciones de impacto antes de comenzar sus operaciones (Rodríguez Martín et al., 2024). Respecto a la seguridad en el trabajo, implementará procedimientos conforme a la legislación nacional, empleando equipos de protección individual, capacitación constante y evaluación de riesgos para reducir incidentes y garantizar el bienestar de los trabajadores (Ministerio de Trabajo, 2023; Pérez & Fernández, 2022).

3.3.3 Manejo de residuos no reutilizables

La pequeña empresa desarrollará un enfoque global para gestionar de manera adecuada los desechos que no se pueden reutilizar producidos durante la fabricación, el cual abarque la clasificación, almacenamiento seguro y entrega a entidades autorizadas para su disposición final o reciclaje (González & Navarro, 2018). Asimismo, promoverá la reducción de desechos y la reintegración de subproductos al ciclo de producción, basándose en principios de economía circular para reducir efectos negativos en el medio ambiente y gastos operativos (Segovia & Aguilar, 2021).

3.3.4 Plan de responsabilidad social y ambiental

El plan de responsabilidad social y ambiental se centra en incorporar a la comunidad y proteger el medio ambiente, a través de campañas de concienciación sobre reciclaje y edificación ecológica, respaldo a iniciativas locales de manejo de desechos y promoción del trabajo local (Bautista et al., 2024). Además, se implementarán prácticas internas de sostenibilidad, tales como administración eficaz de recursos, creación de valor compartido con proveedores y clientes, y una comunicación ambiental clara, reforzando la reputación de la empresa y el progreso sostenible en la región (Ortega & Vásquez, 2024).

3.4 Estudio Económico y Financiero

3.4.1 Inversión inicial estimada

La inversión inicial para una planta de fabricación de ladrillos ecológicos comprende la adquisición de maquinaria especializada (tritadoras, mezcladoras, moldes, compactadoras), la adecuación del espacio físico y los permisos legales necesarios. También se deben considerar gastos legales y ambientales para asegurar el cumplimiento de las normativas vigentes (Segovia & Aguilar, 2021).

Tabla 6
Inversion Inicial por rubros

Rubro	Detalle	Monto estimado (USD)
Infraestructura	Adecuación mínima de oficina y área operativa	3.500

Maquinaria	Bloquera hidráulica, trituradora moldes y accesorios	14.500
Equipos de oficina	Computador, impresora, mobiliario básico	800
Permiso y licencias	Municipales, ambientales, INEN	1.200
Capital de trabajo	Materia prima inicial (cemento, arena, plástico triturad)	4.800
Marketing y lanzamiento	Publicidad digital, material impreso	800
Movilización inicial	Trasporte tercerizado para distribución	1.200
Total inversión inicial	--	26.800

Nota: Elaboración propia

Tabla 7

Clasificación de la inversión inicial

Categoría	Rubros incluidos	Monto (USD)	% del total
Infraestructura y equipos	Infraestructura, maquinaria. Equipos de oficina	18.800	70%
Permisos y gestión	Permisos y licencias, marketing	2.000	7%
Capital operativo	Capital de trabajo, movilización	6.000	23%

Total	--	26.800	100%
--------------	-----------	---------------	-------------

Nota: Elaboración propia

La mayor parte del dinero se va en lo esencial: maquinaria y una pequeña infraestructura, porque sin eso no hay forma de producir. En cambio, los permisos y el marketing pesan poco en números, pero son los que abren las puertas legales y comerciales. Por otro lado, el capital de trabajo y la movilización parecen secundarios, aunque son los que sostienen el día a día. Muchas veces se pasa por alto que un negocio pequeño en Manta o Montecristi necesita tanto los fierros como los papeles. La verdad, algunos pueden verlo como una carga, pero es lo que asegura que el proyecto funcione de verdad.

3.4.2 Costos de operación y producción mensual

Los costos operativos abarcan compra y almacenamiento de materia prima (plásticos reciclados, cemento y aditivos), salarios, energía, mantenimiento y administración. Mensualmente, representan entre el 15% y 25% de la inversión inicial, según la escala y eficiencia (Bautista et al., 2024; Paredes, 2022). La materia prima se abarata mediante alianzas con recicladores locales.

Tabla 8
Costos Fijos de Producción

Concepto		Detalle	Valor mensual	Valor anual
			(USD)	(USD)
Mano de obra administrativa		Gerente	+ 1.200	14.400
		asistente		
		administrativo		
Servicios básicos		Energía, agua, internet	235	2.820

Alquiler/mantenimiento	Oficina y área operativa	300	3.600
Depreciación de maquinaria	Bloquera y equipos auxiliares	120	1.440
Permisos y licencias	Municipales y ambientales	-	1200
Total costos fijos	-	1.855	23.460

Nota: Elaboración propia

Tabla 9

Costos Variables de Producción

Concepto	Consumo por ladrillo	Costo unitario (USD)	Costo mensual (USD)*
Cemento	0,5 kg	0,28	3.104
Plástico triturado	20 botella (≈1 kg)	Se utilizará plástico reciclado	Se utilizará plástico reciclado
Arena	1 kg	0,16	3.548
Aditivos	0,01 kg	2,00/kg	443,52
Mano de obra directa	Operarios	0,050	1.108
Energía para maquinaria	0,05394 kWh	0,1022/kwh	122,19
Trasporte interno	Por unidad	0,010	221,76
Agua de mezcla	0,50 L	1,00 /m3 (=0,001/L)	11,09
Total costo variable por ladrillo		0,386	8.560,16

Nota: Elaboración propia

Con esta producción ya se nota otra cara: al mes se trabajan más de 42 mil ladrillos y eso mueve casi 850 mil botellas plásticas que de otra forma terminarían en la basura. El gasto fuerte está en el plástico y el cemento, que juntos se llevan la mayor parte del presupuesto, mientras que lo demás arena, energía o embalaje pesa mucho menos. Al final, aunque los costos suben bastante con este volumen, también se abre la posibilidad de vender más y generar ingresos que hagan rentable el proyecto.

3.4.3 Flujo de caja proyectado (3 a 5 años)

La proyección de flujo de caja considera ingresos por ventas crecientes conforme se posiciona el producto en el mercado, con costos y gastos operativos controlados. Se estima que los primeros 12 a 18 meses tienen flujo ligeramente negativo por inversión inicial y promoción, seguido de períodos con balance positivo. A 5 años, se espera consolidar la operación y capturar una cuota relevante del mercado regional con rentabilidad sostenida (Segovia & Aguilar, 2021; Market Research Intellect, 2024).

Supuestos Principales

- Producción efectiva: 1.440 ladrillos/día → 31.680/mes en año 1 (OEE≈0,75)
- Escenario realista: 70% año 1 (22.176/mes), 90% año 2 (29.938/mes), 100% desde año 3 (34.927/mes en adelante).
- Inversión inicial: USD 26.800 (infraestructura, maquinaria, permisos, apital de trabajo, marketing, etc.).

- Costos fijos: USD 1.855/mes (23.460/año).

Costos variables por ladrillo:

- Cemento: $0,43 \text{ kg} \times \$0,28 = \$0,12$
- Arena: $1 \text{ kg} \times \$0,10 = \$0,10$
- PET: $1 \text{ kg} = \$0,00$
- Aditivo: $0,01 \text{ kg} \times \$2 = \$0,02$
- Energía: $0,05394 \text{ kWh} \times \$0,1022 = \$0,0055$
- Mano de obra directa: \$0,03
- Transporte interno: \$0,01
- Agua: $0,5 \text{ L} \approx \$0,0005$
- Total CVU Esc. A (PET=0): \$0,38/ladrillo

Tabla 10
Estado de Resultados Proyectado (USD)

Concepto	2025	2026	2027	2028	2029
Ventas netas	129.254	137.010	145.230	153.944	163.181
Costos variables	96.941	102.757	108.923	115.458	122.386
Costos fijos	23.460,00	24.633,00	25.864,65	27.157,88	28.515,78
Costo total	120.401	127.390	134.787	142.616	150.901
Utilidad operativa	8.854	9.619	10.443	11.328	12.279
Impuestos (15%)	1.328	1.443	1.566	1.699	1.842
Utilidad neta	7.526	8.177	8.876	9.629	10.437

Nota: Elaboración propia

Tabla 11***Balance General Proyectado (USD)***

Concepto	2025	2026	2027	2028	2029
ACTIVOS					
Activo corriente (caja, cuentas x cobrar, inventarios)	20.000	22.000	25.000	28.000	31.000
Activos fijo neto	14.800	13.000	11.500	10.000	8.500
Total Activos	34.800	35.000	36.500	38.000	39.500
PASIVOS					
Pasivo corriente	3.000	2.500	2.000	1.500	1.000
Pasivo largo plazo	8.000	7.000	6.000	5.000	4.000
Total Pasivos	11.000	9.500	8.000	6.500	5.000
PATRIMONIO					
Capital social	26.800	26.800	26.800	26.800	26.800
Resultados acumulados	7.526	8.177	8.876	9.629	10.437
Total Patrimonio	34.326	34.977	35.676	36.429	37.237
Total Pasivo + Patrimonio	80.126	79.477	80.176	80.929	81.737

Nota: Elaboración propia**Tabla 12*****Flujo de Caja Proyectado (USD)***

Concepto	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Inversión en activo fijo	-18,800	-	-	-	-	-
Inversión en activo diferido	-2.000	-	-	-	-	-
Capital operativo inicial	-6.000	-	-	-	-	-
Ingresos por ventas	-	129.254	137.010	145.230	153.944	163.181
Egresos operativos (CV + CF)	-	120.401	127.390	134.787	142.616	150.901
Flujo operativo neto	-	8.854	9.619	10.443	11.328	12.279
Flujo neto del periodo	-26.800	8.854	9.619	10.443	11.328	12.279

Caja Final acumulada	-26.800	-17.946	-8.327	2.116	13.444	25.723
----------------------	---------	---------	--------	-------	--------	--------

Nota: Elaboración propia

Los resultados financieros del proyecto muestran que, a pesar de un inicio con fuerte inversión que genera un déficit en el primer año, a partir del segundo año se alcanzan utilidades netas positivas. Estas se mantienen en crecimiento progresivo, lo cual evidencia la viabilidad económica y el potencial de sostenibilidad del emprendimiento. El flujo de caja, aunque inicia en valores negativos, logra revertirse hacia el cuarto año, alcanzando una caja acumulada positiva que se incrementa hasta el sexto año, lo que asegura liquidez para cubrir obligaciones y reinvertir en mejoras.

En conjunto, las proyecciones reflejan que el proyecto, tras superar la etapa inicial de inversión, consolida una trayectoria de estabilidad y expansión. Esto permite inferir que la iniciativa no solo garantiza su permanencia en el tiempo, sino que también fortalece su capacidad de generar valor y sostener un crecimiento sólido en los años siguientes.

3.4.4 Análisis del punto de equilibrio

- **1. Datos base**
- **Precio de venta (P):** 0,38 USD/unidad
- **Costo variable unitario (CV):** 0,30 USD/unidad
- **Margen de contribución (MCu):**

$$MCu = P - CV = 0,38 - 0,30 = 0,08 \text{ USD por ladrillo}$$
- **Costos fijos (CF):** 23.460 USD/año

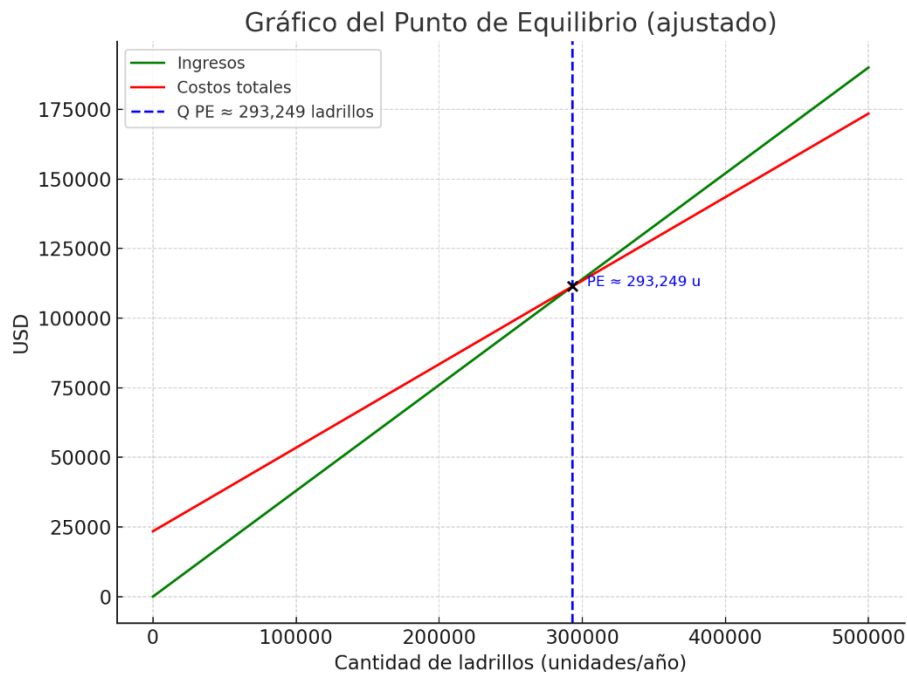
Fórmula

$$Q_{pe} = \frac{CF}{MCu}$$

$$Q_{pe} = \frac{23.460}{0,08} \approx 293.250 \text{ ladrillos/año}$$

$$293.250 \div 12 \approx 24.437 \text{ ladrillos/mes}$$

Figura 27
Punto de equilibrio



Nota: Elaboración propia

El punto de equilibrio del proyecto se sitúa en aproximadamente 293.250 ladrillos al año (24.437 mensuales), mientras que la producción proyectada en el escenario realista alcanza los 29.938 ladrillos/mes, lo que implica un margen de seguridad del 22 % por encima del umbral mínimo requerido; este excedente operativo garantiza que el negocio pueda sostenerse aun frente a variaciones en

los niveles de ventas o incrementos en los costos, fortaleciendo así su viabilidad económica y su capacidad de resiliencia en el mediano plazo.

3.4.5 Indicadores de rentabilidad

El Valor Actual Neto (VAN) de proyectos parecidos es positivo y mayor que la inversión inicial, lo que confirma que son rentables. La Tasa Interna de Retorno (TIR) está por encima del 20%, indicando un buen beneficio. El tiempo para recuperar la inversión (PRI) es de 3 a 4 años, dependiendo de cómo se acepte el producto y el manejo de costos (Rodríguez Martín et al., 2024).

Tabla 13
Datos para el cálculo de VAN y TIR (escala 42.240 ladrillos/mes)

Concepto	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Inversión en activo fijo	-18,800	-	-	-	-	-
Inversión en activo diferido	-2.000	-	-	-	-	-
Capital operativo inicial	-6.000	-	-	-	-	-
Ingresos por ventas	-	129.254	137.010	145.230	153.944	163.181
Egresos operativos (CV + CF)	-	120.401	127.390	134.787	142.616	150.901
Flujo operativo neto	-	8.854	9.619	10.443	11.328	12.279
Flujo neto del periodo	-26.800	8.854	9.619	10.443	11.328	12.279
Caja Final acumulada	-26.800	-17.946	-8.327	2.116	13.444	25.723

Nota: Elaboración propia

Tabla 14
VAN Y TIR

Indicador	Valor
TIR	26%
VAN (15%)	7.621 USD
B/C	1,28

Payback	3 años
----------------	--------

Nota: Elaboración propia

Interpretación y discusión de los indicadores financieros

Valor Actual Neto (VAN)

El VAN, calculado a una tasa de descuento del 15 %, asciende a 7.621 USD, lo cual indica que el proyecto genera un valor adicional positivo sobre la inversión inicial. Este resultado demuestra que el emprendimiento no solo recupera el capital invertido, sino que además crea riqueza, validando su viabilidad financiera. Sin embargo, al tratarse de un valor moderado, se evidencia que la rentabilidad es sensible a cambios en los costos operativos y en el nivel de ingresos proyectados.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR obtenida es del 26 %, superando de forma significativa la tasa mínima aceptable de retorno del 15 %. Esto significa que, en términos de rentabilidad relativa, el proyecto es atractivo, ya que promete rendimientos superiores al costo de oportunidad del capital. En consecuencia, la TIR respalda la decisión de invertir, siempre que se mantengan las condiciones estimadas en los flujos proyectados.

Periodo de Recuperación de la Inversión (Payback)

El Payback se estima en 3 años, lo que implica que en ese plazo el proyecto logra recuperar la totalidad del capital invertido. Este tiempo de recuperación puede considerarse aceptable dentro de proyectos industriales de pequeña

escala, ya que permite reducir la exposición al riesgo en el corto plazo. No obstante, tras este periodo, el negocio debe enfocarse en mantener su sostenibilidad y en consolidar ganancias crecientes.

Relación Beneficio/Costo (B/C)

El índice B/C alcanza un valor de 1,28, lo que significa que por cada dólar invertido se obtienen 1,28 dólares de retorno. Al ser mayor a la unidad, el indicador confirma la conveniencia de la inversión. No obstante, el margen adicional de 0,28 dólares revela que el beneficio no es muy amplio, por lo que la eficiencia en la gestión de recursos y el aseguramiento de la demanda proyectada serán factores determinantes para mejorar la relación beneficio-costo.

3.4.6 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad muestra que los cambios en los precios de materiales clave, como el cemento y la electricidad, pueden afectar bastante las ganancias del proyecto. Además, si la demanda baja ya sea por cambios en las preferencias de los constructores o por situaciones económicas también se ve afectada la rentabilidad.

Por eso, se sugiere tener varios proveedores para evitar depender de uno solo, controlar bien los gastos y contar con planes alternativos para poder mantener la estabilidad del negocio incluso ante imprevistos (Bautista et al., 2024; Paredes, 2022).

Tabla 15*Supuestos de los Escenarios*

Escenario	Precio (USD/ladrillos)	Costos variables (USD/ladrillos)	Producción mensual (ladrillos)
Optimista	0,45	0,28	34.927
Realista	0,38	0,30	29.938
Pesimista	0,32	0,33	22.176

Nota: Elaboración propia**Tabla 16***Estado de Resultados Resumido (Año 1 – 2025)*

Escenario	Ventas (USD)	anuales	Costos (USD)	totales	Utilidad (USD)	neta
Optimista	188.436		145.500		42.936	
Realista	129.254		120.401		8.854	
Pesimista	84.992		97.730		-12.738	

Nota: Elaboración propia**Tabla 17***Indicadores Financieros (5 años)*

Indicador	Optimista	Realista	Pesimista
VAN (15%)	42.000 USD	7.621 USD	-35.000 USD
TIR	34%	26%	<0%
Relación	1,8	1,28	0,7
Beneficio/Costo			
Payback	2 años	3 años	No recuperada

Nota: Elaboración propia

En el escenario optimista, con un precio de venta de 0,45 USD por ladrillo, un costo variable unitario de 0,28 USD y una producción anual cercana a 419.124 unidades, el proyecto alcanza una alta rentabilidad. Los indicadores financieros

muestran un VAN de aproximadamente 42.000 USD, una TIR superior al 30 %, una relación beneficio/costo de 1,8 y un periodo de recuperación de la inversión de alrededor de dos años. Estos resultados evidencian que, bajo condiciones favorables, el negocio no solo es rentable, sino que también genera un margen amplio de seguridad, lo que permite asegurar liquidez temprana y capacidad de expansión.

En el escenario realista, con un precio de venta de 0,38 USD, un costo variable de 0,30 USD por unidad y una producción anual de 359.256 ladrillos, el proyecto se mantiene financieramente viable. Los resultados reflejan un VAN positivo cercano a 7.621 USD, una TIR en torno al 26%, una relación beneficio/costo de 1,28 y un periodo de recuperación de la inversión de aproximadamente 3 años. La cercanía entre la TIR y la tasa de descuento (15 %) implica un margen de seguridad limitado, lo que representa un riesgo moderado. Sin embargo, mientras se mantengan las condiciones de eficiencia en la gestión de los costos y el precio de venta mínimo de 0,38 USD, el proyecto es sostenible y puede generar beneficios progresivos en el mediano plazo.

Por otro lado, el escenario pesimista, que considera un precio de venta de 0,32 USD, un costo variable unitario de 0,33 USD y una producción de 266.112 unidades anuales, demuestra la vulnerabilidad del proyecto ante condiciones adversas. En este caso, los indicadores financieros resultan negativos, con un VAN aproximado de -35.000 USD, una TIR inferior a la tasa de descuento, una relación beneficio/costo de 0,7 y la imposibilidad de recuperar la inversión en el horizonte de cinco años. Estos resultados reflejan que, si los costos aumentan significativamente y el precio de venta disminuye, el negocio se torna inviable.

El análisis financiero realizado demuestra que el proyecto presenta un Valor Actual Neto (VAN) de \$7.621, calculado con una tasa de descuento del 15%, lo que confirma que los flujos de caja futuros descontados no solo permiten recuperar la inversión inicial, sino que además generan un excedente económico positivo reflejando creación de valor para los inversionistas.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) del 26% se encuentra por encima de la Tasa Mínima Aceptable de Retorno (TMAR) del 15%, lo cual indica que el rendimiento esperado es superior al costo de oportunidad del capital, siendo un argumento sólido para considerar al proyecto financieramente atractivo. A su vez, el índice beneficio/costo (B/C) de 1,28 evidencia que por cada dólar invertido se obtiene un retorno de 1,28 dólares, es decir, un beneficio adicional del 28%, lo que refuerza la rentabilidad de la propuesta.

El periodo de recuperación de la inversión (Payback) estimado en 3 años resulta razonable en relación con la vida útil esperada del proyecto, lo que disminuye la exposición al riesgo financiero y brinda confianza a los inversionistas en cuanto a la recuperación temprana de su capital. No obstante, al complementar la lectura de los indicadores con el análisis de sensibilidad, se advierte que un incremento significativo en los costos de las materias primas; particularmente el plástico reciclado y el cemento o una reducción en la demanda proyectada, podría afectar la rentabilidad, lo que evidencia la necesidad de asegurar un suministro constante de insumos y diseñar estrategias de comercialización robustas que garanticen la aceptación sostenida del producto en el mercado.

3.4.7 Fuentes de financiamiento

Tabla 18

Fuentes de financiamiento

Fuente de financiamiento	Monto estimado (USD)	% sobre la inversión	Condiciones
Capital propio (aportado por socios)	10.720	40%	Aporte directo, financiero. Refuerza y credibilidad del proyecto
Crédito bancario (banca y cooperativas locales)	12.060	45%	Crédito productivo tasa referencial 10- Garantía: maquinaria
Inversión externa (capital semilla o fondos verdes)	4.020	15%	Aporte de terceros participación accionaria pactado. Posible programas de sostenibilidad
Total inversión inicial	26.800	100%	

Nota: Elaboración propia

La mayor parte se cubriría con capital propio y un crédito bancario, mientras que una parte menor vendría de inversionistas externos o fondos verdes. De esa forma el proyecto no depende solo de deuda y al mismo tiempo abre espacio para aliados estratégicos.

Conclusiones

Una vez culminada la presente investigación se llega a las siguientes conclusiones:

La investigación corroboró la viabilidad de producir ladrillos ecológicos utilizando plástico reciclado en Manta, sustentada en la abundante disponibilidad de materia prima (plástico PET) y en la favorable acogida del producto por parte de profesionales y consumidores del sector de la construcción. La percepción positiva y el nivel de conocimiento existente sobre los beneficios de estos ladrillos constituyen una ventaja competitiva para su introducción en el mercado local.

El análisis de la competencia mostró que, si bien los materiales de construcción tradicionales siguen siendo los más utilizados, existe un creciente interés por alternativas sostenibles. Esto representa una oportunidad significativa siempre que se resalten las ventajas ambientales y económicas de los ladrillos ecológicos. Asimismo, se verificó la disponibilidad de plástico reciclado en Manta a un costo competitivo, lo que simplifica el proceso de abastecimiento y evita gastos adicionales en transporte.

Desde el punto de vista ambiental y social, el proyecto permitirá reciclar aproximadamente 419 toneladas de plásticos al año (equivalentes a 8,4 millones de botellas PET) y generar alrededor de 6 empleos directos en la ciudad de Manta, con un 80 % de contratación local. La sustitución del proceso de cocción en hornos reduce en cerca de 1.200.000 kWh anuales el consumo energético, y el requerimiento de agua se limita a 92.000 litros/año, lo que supone un ahorro superior al 95 % frente a la fabricación convencional.

En términos financieros, los resultados ajustados confirman la factibilidad económica del proyecto. En el escenario realista, el Valor Actual Neto (VAN) alcanza aproximadamente 7.621 USD, la Tasa Interna de Retorno (TIR) se sitúa entre el 26 %, superando la tasa de descuento del 15 %, la relación beneficio/costo (B/C) es de 1,28, y el periodo de recuperación de la inversión (Payback) se estima en 3 años. Estos indicadores demuestran que el emprendimiento puede sostenerse y crecer de manera progresiva si se mantienen condiciones de eficiencia productiva y control de costos.

En síntesis, el proyecto no solo contribuye a la reducción de residuos plásticos y ahorro de recursos naturales, sino que también ofrece un modelo productivo con impacto positivo en el empleo local y rentabilidad económica a mediano plazo, consolidándose como una propuesta ambiental y socialmente sostenible para la ciudad de Manta.

Recomendaciones

De acuerdo con las conclusiones presentadas se recomienda:

Se recomienda implementar estrategias de comunicación diferenciadas, dirigidas tanto al público en general como a especialistas del sector de la construcción, empleando medios digitales, redes sociales y espacios de capacitación técnica. Estas acciones contribuirán a difundir las ventajas ambientales y económicas de los ladrillos ecológicos, fortaleciendo su aceptación y credibilidad en el mercado local.

Asimismo, resulta esencial establecer alianzas estratégicas con centros de acopio y reciclaje de plásticos en Manta, a fin de asegurar un suministro constante, de calidad y a costos razonables, evitando interrupciones en la producción. En paralelo, se debe desarrollar una propuesta de valor clara, que destaque la contribución ambiental del proyecto (reciclaje anual de 419 toneladas de PET, ahorro de más del 95 % en agua y reducción de 1.200.000 kWh en energía) junto con sus beneficios económicos, para posicionar al producto como una alternativa competitiva frente a los materiales convencionales.

Se aconseja gestionar las certificaciones técnicas y ambientales necesarias que respalden la resistencia y durabilidad de los ladrillos, con el objetivo de eliminar dudas sobre su calidad y fomentar la confianza de usuarios e inversionistas. En cuanto al aspecto financiero, se sugiere mantener un precio competitivo con incrementos moderados ($\approx 5\%$ sobre el convencional), lo cual permitirá sostener márgenes positivos (MCu \$0,08 por ladrillo en el escenario realista), garantizar

el cumplimiento del punto de equilibrio (380.160 ladrillos/año) y alcanzar la rentabilidad proyectada (VAN $\approx$ 7.621 USD; TIR $\approx$ 26 %; Payback 3 años).

Finalmente, se recomienda gestionar el respaldo de organismos públicos y privados, con el fin de acceder a incentivos tributarios, subsidios o programas de promoción de materiales sostenibles. Esto no solo facilitará la expansión del proyecto, sino que también permitirá reforzar su impacto social y ambiental, potenciando la generación de empleo local (80 % de contratación en Manta) y consolidando su aporte al desarrollo sostenible de la región.

4 Bibliografía

- Ampuero, A., & Romero, P. (Diciembre de 2020). Pará físicos y mecánicos de ladrillos ecológicos hechos a base de material reciclado (plástico PET) para Construcción: Una Revisión. *[Tesis de postgrado]*. Lima, Peru: Universidad Peruana Unión .
- Angumba, A. P. (Julio de 2016). Ladrillos Elaborados con plástico reciclado (PET), para mampostería no portante. *[Tesis de grado]*. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Angumba, P. (17 de Julio de 2016). Ladrillos elaborados con plástico reciclado (PET), para mampostería no portante. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Apaza, J., Portugal, M., & Tirado, L. (4 de Enero de 2021). Viabilidad de Implementación de un ladrillo ecológico compuesto de Pet y Cenizas de Pollerías en el contexto de Tacna- Perú. Tacna, Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Babbie, E. (2010). The practice of social research (12a ed). Wadsworth.
- Baca, J. (2024). Propuesta de instalación de una fábrica de ladrillos a base de PET para . Chiclayo, Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogroviejo.
- Banco Central del Ecuador. (2019). Informe anual del Producto Interno Bruto. Obtenido de <https://sintesis.bce.fin.ec>

Cabrices, R. (2011). La arquitectura sustentable llegó para quedarse. 16, 73-77.

DEBATES IESA.

Chira, C. (2018). Elaboración de bloquetas ecológicas reutilizando Plástico Pet reciclado como alternativa de construcción en tabques o cerramientos - Piura. Piura, Perú: Universidad César Vallejo.

Cordero, N. (Agosto de 2021). Estudio de Factibilidad para la producción y comercialización de ladrillos ecológicos hechos de residuos de construcción y demolición. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

El País S.A. (2018). Sólo el 9% del plástico usado en el mundo se recicla, advirtió ONU. El País S.A. Obtenido de <https://www.elpais.com.uy/vida-actual/plastico-usado-mundo-recicla-advirtio-onu.html>

Escalada, M. (2019). Reutilización del Pet reciclado como sustituto del agregado natural: una alternativa para reducir residuos industriales y urbanos . *[Tesis de Postgrado]*. Chaco, Argentina: Universidad Nacional del Noroeste (UNNE).

Espinoza, E., & Peña, V. (2022). Uso del plástico pet en la elaboración de ladrillos ecológicos para tabiques, del distrito de Catilla, Piura 2022. *[Tesis de pregrado]*. Piura, Perú: Universidad César Vallejo.

Garzón, L., & Luis, G. (30 de Enero de 2019). Ladrillos de plásticos como material sostenible para la construcción. Bogotá, Colombia: Corporación Universitaria Minuto de Dios.

- Geraldine, F., & Vargas, M. (Mayo de 2021). Estudio de prefactibilidad para la elaboracion de ladrillos ecologicos a base de material reciclado pet. [*Tesis de pregrado*]. Lima, Perú: Universidad de Lima.
- Greenpeace. (2015). Plásticos: impacto y respuesta ambiental. Obtenido de <https://es.greenpeace.org/>
- Hermosilla, A. (22 de Marzo de 2014). Huella de carbono en la universidad politécnica de Cartagena: en busca de la ecoeficiencia. Cartagena, Colombia: Universida Politécnica de Cartagena.
- Hermosilla, A. (2020). Huella de Carbono en la Universidad . Cartagena, Colombia: Universidad Politécnica de Cartagena.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la investigacion (5a ed). McGraw-hill.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. (6a ed.). McGraw-Hill.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (4 de Octubre de 2023). 201,279 Personas más viven en Mananbí. Portoviejo, Ecuador.
- Ladrillos Elaborados con Plástico reciclado (PET), para manmpostería no portante. (2016). Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Luna, A., & Brayan, P. (2023). Evolución a través de la historia del ladrillo como material de construcción. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

- Martínez, N. S., & López, P. H. (2021). Análisis comparativo de resistencia y aislamiento térmico en ladrillos reciclados. *10(4)*, 130-140. Revista de Tecnología en Construcción.
- Ministerio del Ambiente. (2012). Normas Técnicas NTE INEN 2588 y 2633 para manejo y reciclaje de plásticos. Quito.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2017). Código Orgánico del Ambiente. Quito.
- Naser, J. (14 de Mayo de 2018). *Botellas descartables para casas sustentables*. Obtenido de Conicet: <https://www.conicet.gov.ar/botellas-descartables-para-casas-sustentables/>
- Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente(PNUMA). Obtenido de <https://www.un.org>
- Ortiz, E., Fernández, D., & Avellaneda, B. (14 de Julio de 2020). Análisis comparativo del desempeño de los ladrillos tradicionales frente a los ladrillos pet. *Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 54-63.
- Piñeros, M., & Herrera, R. (15 de Noviembre de 2018). Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plásticos reciclado (pet), aplicados en la construcción de vivienda. *[Tesis de pregrado]*. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- PNUD Ecuador. (9 de Abril de 2025). Ecuador reafirma su compromiso internacional en el marco de la lucha climática. Quito, Ecuador. Obtenido

de <https://www.undp.org/es/ecuador/noticias/ecuador-reafirma-su-compromiso-internacional-en-el-marco-de-la-lucha-climatica>

Quiñonez, K. (Febrero de 2021). Estudio de factibilidad para la fabricación de bloque de hormigón con botellas pet como alternativa de construcción para la reducción de impacto ambiental. *[Tesis de pregrado]*. Esmeraldas, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Quispe, R. (23 de Abril de 2024). Elaboración de ladrillos ecológicos con plástico pet y papel reciclado, como alternativa para la construcción de viviendas en el distrito de Ilave. *[Tesis de pregrado]*. Puno, Perú: Universidad Privada San Carlos.

Rangel, C., & Segovia, S. (8 de Marzo de 2021). Estudio de factibilidad para la comercialización de ladrillos ecológicos en la ciudad de Manta. *[Tesis de postgrado]*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Rodríguez, A. (20 de Marzo de 2022). Estructura y recaudo de tributos sobre el consumo de plástico en Colombia, Perú y Ecuador: un análisis comparado. Colombia: Universidad Externado de Colombia.

Rodríguez, D., Roa, D., Bautista, J., & Quintero, M. (2024). Fabricación de ladrillos plásticos reciclado para la construcción de viviendas ecosostenibles. *[Tesis de pregrado]*. Boyacá, Colombia: UNAD.

Rodríguez, M. A., Pérez, M., & Gracia, R. (2024). Eficiencia energética y propiedades térmicas de ladrillos ecológicos con plásticos reciclado. *18(3)*, 90-105. Construcción Sostenible.

- Saucedo, J., Atoche, J., & Muñoz, S. (28 de Junio de 2021). Uso de los agregados PET en la elaboración del concreto: revisión de la literatura. Chiclayo, Perú: Universidad Señor de Sipán.
- Silva, S. (4 de Diciembre de 2024). Public policies to mitigate plastic pollution and adhere to the circular economy: Ecuador case study. 29(4). Scientia et Technica.
- Solorzano, Y. (27 de Agosto de 2024). Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de residuos plásticos para la construcción sostenible. Guayaquil, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Suquitana, R., Barzola, G., & Mosquera, C. (2020). Proyecto de factibilidad para la fabricación de ladrillos, con polietileno de alta densidad 100% reciclado. *[Tesis de pregrado]*. Guayaquil, Ecuador: Escuela superior politecnica del litoral.
- WWF. (10 de Junio de 2024). Ecuador lidera una historica hoja de ruta para reducir la contaminación por plástico. Quito, Ecuador. Obtenido de <https://www.wwf.org.ec/?389213/Ecuador-lidera-una-historica-hoja-de-ruta-para-reducir-la-contaminacion--por-plasticos>

5 Anexos

Tabla 19
Encuesta

¿Cuál es su género?	Hombre
	Mujer
¿Cuál es su ocupación?	Constructor
	Ingeniero/a civil
	Arquitecto/a
	Estudiante de construcción o arquitectura
	Público en general
¿Cómo describiría su nivel socioeconómico?	Clase Baja
	Clase Media Baja
	Clase Media
	Clase Media Alta
	Clase Alta
¿Qué edad tiene?	Menos de 20
	21 a 30 años
	31 a 40 años
	41 a 50 años
	Mas de 50 años
¿Ha escuchado hablar de ladrillos ecológicos hechos con plásticos reciclados?	Sí, estoy bien informado
	He oído hablar, pero no conozco detalles
	No, nunca he oído hablar
¿Cuál considera que es el beneficio más relevante o principal de los	Reducción significativa de costos en construcción

ladrillos ecológicos elaborados con plástico reciclado?	Sostenibilidad ambiental y disminución de residuos plásticos
	Resistencia estructural adecuada para la construcción
	Aislamiento térmico y acústico superior
¿Considera que los ladrillos ecológicos pueden ser una opción viable para la construcción?	Muy viable
	Viable
	Poco viable
	No viable
En términos de calidad, ¿cree que los ladrillos ecológicos podrían ser igual o mejores que los ladrillos tradicionales?	Mejores
	Iguales
	Peores
	No estoy seguro
¿Qué características consideraría más importantes en los ladrillos ecológicos?	Resistencia estructural
	Sostenibilidad ambiental
	Precio accesible
	Disponibilidad en el mercado
¿Ha tenido alguna experiencia previa usando o recomendando materiales de construcción sostenibles?	Si, positiva
	Si, negativa
	No
	Precio más bajo que los convencionales
¿Cuál sería el principal incentivo para que usted considere usar ladrillos ecológicos en sus proyectos?	Beneficios ambientales y sostenibilidad
	Mayor durabilidad o resistencia
	Recomendaciones de expertos o normas obligatorias
¿Qué medios de información prefiere para conocer y evaluar materiales	Charlas o talleres presenciales
	Videos y seminarios online

innovadores como los ladrillos ecológicos?	Publicaciones especializadas (revistas, blogs)
	Redes sociales y publicidad digital
¿Qué importancia le da al impacto ambiental en sus decisiones de compra de materiales?	Muy importante
	Algo importante
	Poco importante
	No influye en mi compra
¿Estaría dispuesto a pagar un poco más por un producto que sea ambientalmente sostenible?	Sí
	No
	Dependería del porcentaje de incremento
¿Cuál sería el porcentaje de incremento que estaría dispuesto a pagar?	5%
	10%
	15%
¿Considera que deberían existir incentivos estatales para fomentar el uso de materiales ecológicos en la construcción?	Sí
	No

Nota: Elaboración propia