

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Caracterización del ladrillo ecológico con material  
reciclable PET y plástico para construcción  
sostenible en distrito de Amantani, Puno, 2022**

Luis Mary Ccalli Ramirez  
Julio Alejandro Fernandez Bustinza

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## **INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

**A** : FELIPE GUTARRA MEZA  
Decano de la Facultad de Ingeniería

**DE** : José Vladimir Cornejo Tueros  
Asesor de tesis

**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

**FECHA** : 15 de marzo de 2024

---

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "CARACTERIZACIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON MATERIAL RECICLABLE PET Y PLÁSTICO PARA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN DISTRITO DE AMANTANÍ, PUNO 2022", perteneciente los estudiantes LUZ MARY CCALLI RAMIREZ; JULIO ALEJANDRO FERNANDEZ BUSTINZA, de la E.A.P. de INGENIERIA AMBIENTAL; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 18% de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: 10 ) SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,

**La firma del asesor obra en el archivo original**  
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

## **DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Luz Mary Ccalli Ramirez, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 46103687, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería Ambiental la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "Caracterización del ladrillo ecológico con material reciclable PET y plástico para construcción sostenible en distrito de Amantaní, Puno 2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

28 de febrero de 2024.

**La firma del autor y del asesor obra en el archivo original**  
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

## **DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Julio Alejandro Fernandez Bustinza, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 46689537, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería Ambiental la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

5. La tesis titulada: "Caracterización del ladrillo ecológico con material reciclable PET y plástico para construcción sostenible en distrito de Amantani, Puno 2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
6. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
7. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
8. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

28 de febrero de 2024.

**La firma del autor y del asesor obra en el archivo original**

(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

# CARACTERIZACIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON MATERIAL RECICLABLE PET Y PLÁSTICO PARA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN DISTRITO DE AMANTANÍ, PUNO 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>6%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Continental</b> Trabajo del estudiante	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.continental.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.unap.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>www.grafiati.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>cdn.www.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.utesup.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>1library.co</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

9	<a href="http://noexperiencenecessarybook.com">noexperiencenecessarybook.com</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO Trabajo del estudiante	<1 %
12	<a href="http://repositorio.uap.edu.pe">repositorio.uap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Católica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	<1 %
15	<a href="http://editorial.inudi.edu.pe">editorial.inudi.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://repositorio.udl.edu.pe">repositorio.udl.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Científica del Sur Trabajo del estudiante	<1 %
18	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %

20	<a href="https://creativecommons.org">creativecommons.org</a> Fuente de Internet	<1 %
21	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
22	#N/A. "PMR del Distrito de El Agustino 2016-IGA0002264", Ordenanza N° 604-2016-MDEA, 2020 Publicación	<1 %
23	<a href="http://www.wamanadventures.com">www.wamanadventures.com</a> Fuente de Internet	<1 %
24	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	<1 %
25	<a href="http://repositorio.unac.edu.pe">repositorio.unac.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://qdoc.tips">qdoc.tips</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://prosumidoresdeamerica.com">prosumidoresdeamerica.com</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://repositorio.unprg.edu.pe">repositorio.unprg.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
30	<a href="http://repositorio.uta.edu.ec">repositorio.uta.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %



31	<a href="http://cidac.org">cidac.org</a> Fuente de Internet	<1 %
32	<a href="http://cio.mx">cio.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
33	<a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
34	<a href="http://www.jasonmolding.com">www.jasonmolding.com</a> Fuente de Internet	<1 %
35	<a href="http://www1.euskadi.net">www1.euskadi.net</a> Fuente de Internet	<1 %
36	<a href="http://repositorio.ujcm.edu.pe">repositorio.ujcm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
37	<a href="http://repositorio.unsm.edu.pe">repositorio.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
38	<a href="http://www.iadb.org">www.iadb.org</a> Fuente de Internet	<1 %
39	<a href="http://www.ekool.com.co">www.ekool.com.co</a> Fuente de Internet	<1 %
40	Rodney Hechavarría Díaz, Osvaldo Delgado, Francisco Pazmiño. "ESTUDIO DE UN NUEVO PROCEDIMIENTO PARA MEDIR LA CONDUCTIVIDAD Y DIFUSIVIDAD TÉRMICAS DE MATERIALES", Ingenius, 2016 Publicación	<1 %

Submitted to Universidad Europea de Madrid

41	Trabajo del estudiante	<1 %
42	Submitted to University of Lincoln Trabajo del estudiante	<1 %
43	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
44	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
45	www.umaritima.cl Fuente de Internet	<1 %
46	#N/A. "Actualización del PMR del Distrito de Lurigancho - Chosica 2014-IGA0002393", Ordenanza N° 206-MDL, 2020 Publicación	<1 %
47	IBAÑEZ NAVARRO ISRAEL ESSAU. "EIA-SD del Proyecto Relleno Sanitario, Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos y Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables para las Ciudades de Hualmay, Huaura, Santa María, Végueta, Caleta de Carquín y Huacho, Provincia de Huaura, Departamento de Lima-IGA0016378", R.A. N° 323-2018/MPH, 2022 Publicación	<1 %
48	behoney.es Fuente de Internet	<1 %

49	<a href="http://biblioteca2.ucab.edu.ve">biblioteca2.ucab.edu.ve</a> Fuente de Internet	<1 %
50	<a href="http://evolution.skf.com">evolution.skf.com</a> Fuente de Internet	<1 %
51	<a href="http://repositorio.insa.pt">repositorio.insa.pt</a> Fuente de Internet	<1 %
52	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
53	<a href="http://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
54	<a href="http://www.aldeae.net">www.aldeae.net</a> Fuente de Internet	<1 %
55	#N/A. "PMR del Distrito de San Juan de Iris 2017-IGA0002462", Ordenanza N° 009/MDSJI-PH, 2020 Publicación	<1 %
56	José Manuel Falcón Meraz. "La representación del museo portátil. Un concurso para un contenedor icónico", EGA Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica, 2020 Publicación	<1 %
57	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
58	<a href="http://hive.blog">hive.blog</a> Fuente de Internet	

		<1 %
59	<a href="http://pdfcoffee.com">pdfcoffee.com</a> Fuente de Internet	<1 %
60	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
61	<a href="http://silo.tips">silo.tips</a> Fuente de Internet	<1 %
62	<a href="http://virtual.urbe.edu">virtual.urbe.edu</a> Fuente de Internet	<1 %
63	<a href="http://www.eurorailhobbies.com">www.eurorailhobbies.com</a> Fuente de Internet	<1 %
64	<a href="http://www.ses.me.gov.ar">www.ses.me.gov.ar</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias < 10 words

**CONTINÚA LA TESIS**



**ASESOR**

PhD. José Vladimir Cornejo Tueros

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios por guiarme en cada paso de este camino y darme la fuerza y sabiduría necesaria para llevar a cabo este proyecto. También quiero agradecer a mi asesor de tesis PhD. José Vladimir Cornejo Tueros por su guía experta y apoyo constante a lo largo del proceso de investigación así también agradecer al Ing. Juvenal Galo por su apoyo y recomendación en este proceso, finalmente, a mi familia, quienes me brindan su amor incondicional y apoyo emocional en todo momento.

*Bach. Ccalli Ramirez Luz Mary*

En primer lugar, agradecer a Dios por tener esta grata experiencia en la universidad. Mi agradecimiento a la Universidad Continental, facultad de ingeniería, al asesor temático PhD. José Vladimir Cornejo Tueros. A mi madre y hermanos, por su apoyo incondicional en cada etapa de este proceso. Finalmente, a todas las personas quienes han contribuido de cualquier manera al desarrollo de esta investigación.

*Bach. Fernandez Bustinza Julio Alejandro*

## **DEDICATORIA**

A Dios, quien es mi guía espiritual y fortaleza.

A mis padres Javier y María Angélica que está en el cielo.

A mis hermanos: Elizabeth, Edwin y Álvaro por su apoyo incondicional y motivación a lo largo de mis estudios y en la realización de esta tesis, ellos han sido la pieza clave para concretar este logro.

*Bach. Ccalli Ramirez Luz Mary*

A Dios quien me guía todos los días con sabiduría y fortaleza.

A mi madre y familiares más cercanos por su ejemplo de constancia y valores además de su motivación y apoyo incondicional.

*Bach. Fernandez Bustinza Julio Alejandro*

## ÍNDICE GENERAL

<b>ASESOR.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....</b>	<b>14</b>
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	14
1.1.1. Planteamiento del problema.....	14
1.1.2. Formulación del problema.....	15
1.2. Objetivos .....	16
1.2.1. Objetivo general.....	16
1.2.2. Objetivos específicos .....	16
1.3. Justificación e importancia .....	16
1.4. Hipótesis y descripción de variables .....	17
1.4.1. Hipótesis .....	17
1.4.2. Descripción de variables .....	18
<b>2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>20</b>
2.1. Antecedentes del problema .....	20
2.2. Bases teóricas .....	20
<b>3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....</b>	<b>35</b>
3.1. Método, y alcance de la investigación.....	35
3.1.1. Método de la investigación.....	35
3.1.2. Tipo de investigación.....	35
3.1.3. Nivel de la investigación .....	35
3.2. Diseño de la investigación.....	36
3.3. Población y muestra .....	37
3.3.1. Población .....	37



3.3.2. Muestra .....	37
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	37
3.4.1. Técnicas .....	37
3.4.2. Instrumentos .....	37
3.4.3 Elaboración de ladrillos ecológicos .....	38
3.4.4 Proceso de elaboración de ladrillo ecológico. ....	39
<b>4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>40</b>
4.1. Resultados .....	40
4.2. Objetivo específico 2 .....	47
4.3. Objetivo específico 3 .....	54
4.4. Objetivo específico 4 .....	60
4.5. Discusión de resultados .....	73
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>80</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>84</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Operacionalización de variables. ....	19
<b>Tabla 2:</b> Matriz de diseño factorial .....	36
<b>Tabla 3:</b> Datos de ensayo de laboratorio (masa) .....	41
<b>Tabla 4:</b> Datos de ensayo de laboratorio principio de Arquímedes .....	41
<b>Tabla 5:</b> Datos de cálculo de densidad .....	41
<b>Tabla 6:</b> Resultados de la medición de presión sonora con sonómetro en diferentes horas .....	42
<b>Tabla 7:</b> Resumen del promedio de nivel de sonido (dB A) de las mediciones. ....	46
<b>Tabla 8:</b> Generación de cantidad de PET por año en el distrito de Amantaní. ....	49
<b>Tabla 9:</b> Promedio de generación de PET por año en el distrito de Amantaní. ....	50
<b>Tabla 10:</b> Generación de kg de plástico por año en el distrito de Amantaní. ....	51
<b>Tabla 11:</b> Promedio de generación de plástico por año en el distrito de Amantaní. ..	52
<b>Tabla 12:</b> Resultado de las encuestas realizadas antes de las charlas de sensibilización ambiental (En las 10 comunidades).....	55
<b>Tabla 13:</b> Promedio de encuestas realizadas antes de las charlas de sensibilización ambiental (En las 10 comunidades).....	55
<b>Tabla 14:</b> Resultado de las encuestas realizadas antes de las charlas de sensibilización ambiental (en las instituciones primaria y secundaria).....	56
<b>Tabla 15:</b> Promedio de encuestas realizadas antes de las charlas de sensibilización ambiental (en las instituciones primaria y secundaria).....	56
<b>Tabla 16:</b> Resultado de las encuestas realizadas después de las charlas de sensibilización ambiental (en las 10 comunidades).....	57
<b>Tabla 17:</b> Promedio de encuestas realizadas después de las charlas de sensibilización ambiental (en las 10 comunidades) .....	57
<b>Tabla 18:</b> Resultado de las encuestas realizadas después de las charlas de sensibilización ambiental (en las instituciones primaria y secundaria) .....	58
<b>Tabla 19:</b> Promedio de encuestas realizadas después de las charlas de sensibilización ambiental (en las instituciones primaria y secundaria).....	58
<b>Tabla 20:</b> Resumen promedio de encuestas realizadas antes de las charlas de sensibilización ambiental (total población de Amantaní) .....	59
<b>Tabla 21:</b> Resumen promedio de encuestas realizadas después de las charlas de sensibilización ambiental (total población de Amantaní) .....	59

<b>Tabla 22:</b> Resultados de la medición de temperatura exterior e interior de la vivienda rural de Amantaní .....	63
<b>Tabla 23:</b> Resultados de la medición de temperatura exterior e interior de la maqueta .....	66
<b>Tabla 24:</b> Comparativo de promedio de temperaturas del exterior e interior de la vivienda rural de Amantaní y de la maqueta. ....	69
<b>Tabla 25:</b> Comparativo de temperatura promedio exterior, interior de la vivienda típica e interior de la maqueta. ....	71
<b>Tabla 26:</b> Diferencia porcentual entre las temperaturas.....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Instrumentos de laboratorio.....	37
<b>Figura 2:</b> Proceso de elaboración de ladrillos ecológicos .....	39
<b>Figura 3:</b> Cálculo de volumen del ladrillo ecológico por el Principio de Arquímedes .....	40
<b>Figura 4:</b> Presiones sonoras en las mediciones en las diferentes horas del día .....	43
<b>Figura 5:</b> Comparativa de presiones sonoras (Emisor - Receptor) en los diferentes intervalos de tiempo .....	44
<b>Figura 6:</b> Promedio de presión sonora .....	45
<b>Figura 7:</b> Comparativa de promedio de presiones sonoras (Emisor - Receptor) en los diferentes intervalos de tiempo.....	45
<b>Figura 8:</b> Plano de una vivienda típica de la zona (Amantani). .....	47
<b>Figura 9:</b> Comparativo entre generación de PET y su uso en la fabricación de ladrillos ecológicos. ....	49
<b>Figura 10:</b> Porcentaje de reducción de PET en la elaboración de ladrillos ecológicos .....	50
<b>Figura 11:</b> Comparativo entre generación de plástico y su uso en la fabricación de ladrillos ecológicos. ....	51
<b>Figura 12:</b> Porcentaje de reducción de plástico al elaborar ladrillos ecológicos .....	52
<b>Figura 13:</b> Formato de encuestas sobre cultura ambiental (antes de la charla de sensibilización ambiental) .....	53
<b>Figura 14:</b> Formato de encuestas sobre cultura ambiental (después de la charla de sensibilización ambiental) .....	54
<b>Figura 15:</b> Proceso de elaboración de la maqueta a escala 1:5 .....	60
<b>Figura 16:</b> Prototipo vivienda acabado a escala 1:5 .....	62
<b>Figura 17:</b> Temperaturas exteriores e interiores de la vivienda rural típica de Amantani .....	64
<b>Figura 18:</b> Promedio de temperatura exterior e interior de la vivienda típica de Amantani .....	65
<b>Figura 19:</b> Temperaturas exteriores e interiores de la maqueta .....	67
<b>Figura 20:</b> Promedio de temperatura exterior e interior de la maqueta .....	68
<b>Figura 21:</b> Comparativo de los promedios de las temperaturas registradas en el exterior, interior de la vivienda típica de Amantani y la maqueta.....	70

<b>Figura 22:</b> Comparativo entre temperatura promedio exterior, interior de la vivienda típica e interior de la maqueta. ....	71
<b>Figura 23:</b> Diferencia porcentual entre las temperaturas entre exterior, interior de la vivienda típica e interior de la maqueta. ....	72

## RESUMEN

En la actualidad, la generación de residuos PET y plásticos es uno de los principales problemas ambientales a nivel mundial, nacional y local; y en Amantaní, existe la mayor generación de residuos según el estudio de caracterización.

En este sentido, la presente investigación se plantea reciclar y reutilizar estos residuos para ser aprovechados como ladrillos ecológicos con el objetivo de evaluar las características físicas, mecánicas de ladrillos ecológicos elaborados con botellas PET llenados de plástico reciclado para su uso en construcciones sostenibles. Para este objetivo, se llevaron a cabo ensayos de aislamiento acústico y térmico, cálculo de masa, volumen, densidad para analizar dichas propiedades físicas de los ladrillos ecológicos. Los resultados indican que los ladrillos ecológicos elaborados con botellas PET rellenas de plástico reciclado ofrecen ventajas significativas en términos de aislamiento térmico y acústico en comparación con los materiales convencionales. Asimismo, se evidenció que, para construir una vivienda rural típica en la zona, es necesario reciclar y reutilizar grandes cantidades de botellas PET y plástico, lo que ayuda a reducir la contaminación ambiental ocasionado por estos. Así mismo, se construyó una maqueta a escala para medir la temperatura interior y se comparó con la temperatura de una vivienda típica de la zona construida con adobe, observando una mejora en el aislamiento térmico.

Se concluye que, el uso de ladrillos ecológicos elaborados con botellas PET rellenas de plástico reciclado es una alternativa viable y sostenible para la construcción de viviendas no estructurales y a la vez reduce el impacto ambiental ocasionado por las botellas PET y plástico en Amantaní. Se sugiere sensibilizar a la población sobre el reciclaje y reutilización del PET, plástico como material sustituto en la construcción y así fomentar la investigación en este campo para mejorar la calidad y eficiencia de producción de estos ladrillos ecológicos.

**Palabras clave:** *Ladrillos ecológicos, botellas PET, plástico reciclado, construcción sostenible.*

## ABSTRACT

Currently, the generation of PET and plastic waste is one of the main environmental problems at a global, national and local level; and in Amantani, there is the highest generation of waste according to the characterization study.

In this sense, this research aims to recycle and reuse this waste to be used as ecological bricks with the objective of evaluating the physical and mechanical characteristics of ecological bricks made with PET bottles filled with recycled plastic for use in sustainable constructions. For this objective, acoustic and thermal insulation tests, calculation of mass, volume, density were carried out to analyze these physical properties of the ecological bricks. The results indicate that eco-bricks made from PET bottles filled with recycled plastic offer significant advantages in terms of thermal and acoustic insulation compared to conventional materials. Likewise, it was evident that, to build a typical rural home in the area, it is necessary to recycle and reuse large quantities of PET bottles and plastic, which helps reduce environmental pollution caused by them. Likewise, a scale model was built to measure the interior temperature and it was compared with the temperature of a typical house in the area built with adobe, observing an improvement in thermal insulation.

It is concluded that the use of ecological bricks made with PET bottles filled with recycled plastic is a viable and sustainable alternative for the construction of non-structural homes and at the same time reduces the environmental impact caused by PET bottles and plastic in Amantani. It is suggested to raise awareness among the population about the recycling and reuse of PET, plastic as a substitute material in construction and thus promote research in this field to improve the quality and production efficiency of these ecological bricks.

**Keywords:** *Ecological bricks, PET bottles, recycled plastic, sustainable construction.*

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la preocupación por el medio ambiente y la necesidad de reducir la cantidad de residuos generados en su mayoría PET (Polietileno Tereftalato) y plástico los cuales tardan en degradarse entre 200 a 400 años es mayor.

El distrito de Amantaní está ubicado en la provincia y región de Puno y no es ajeno a la generación de residuos de tipo PET y plástico, pues en el último estudio de caracterización de residuos sólidos realizado se resalta su alta generación, por lo que la creciente preocupación por el medio ambiente ha llevado a la búsqueda de alternativas sostenibles para minimizar este impacto ambiental.

En este contexto el uso de materiales reciclables y reutilizables como los ladrillos ecológicos se presentan como una opción sostenible y respetuosa con el medio ambiente para la construcción de viviendas sostenibles típicas de la zona, Los ladrillos fabricados con botellas de PET rellenas con plástico reciclado se han convertido en una alternativa popular en diferentes partes del mundo por su bajo costo, fácil acceso y eficiencia en términos de aislamiento térmico y acústico.

Sin embargo, existe una necesidad de investigar más a fondo la resistencia y durabilidad de los ladrillos ecológicos de botellas PET rellenas con plástico, especialmente en el contexto de los países en desarrollo donde la construcción sostenible y la gestión adecuada de residuos son desafíos importantes. Por lo tanto, esta tesis tiene como objetivo caracterizar y evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos de botellas PET rellenas con plástico con el fin de contribuir a la promoción de alternativas sostenibles en la construcción y así promover la reutilización y el reciclaje de materiales, así como la reducción de los residuos plásticos en el medio ambiente.

Para lograr dicho objetivo, se empleó una metodología cuasi experimental que incluyó pruebas de aislamiento acústico y térmico bajo diferentes condiciones climáticas. Los resultados obtenidos ofrecen información valiosa sobre la viabilidad y eficacia de los ladrillos ecológicos de botellas PET rellenas con plástico como alternativa ecológica para la construcción. Los hallazgos de esta investigación pueden ser utilizados por arquitectos, ingenieros, constructores y otros profesionales de la construcción para promover prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.



# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1. Planteamiento y formulación del problema

#### 1.1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial el PET (Polietileno Tereftalato) y el plástico son de mayor uso por el hombre en todas sus actividades industriales y cotidianas, así mismo estos materiales contaminan más por sus características de resistencia y persistencia, por lo tanto, su degradación demora entre 200 y 400 años (1).

El PET y el plástico se han vuelto sumamente un material riesgoso para el ser humano y sin embargo su producción va en aumento, lo que genera un problema ambiental (2).

(3), afirman que, en el 2010 se generaron a nivel mundial 1300 millones de toneladas de residuos de tipo inorgánico y estiman que para el 2025 dicha cifra ascenderá a 2200 millones de toneladas; en cuanto a los PET y plásticos en el 2014 se generó alrededor de 311 millones de toneladas de los cuales del 48 % al 52 % terminan en los vertederos. Del mismo modo, el 95 % de los residuos acumulados en la superficie y en el fondo del mar, también son PET y plásticos. En ese sentido, el Perú no es ajeno al uso de este material y las implicancias ambientales que esto conlleva.

Según (4), la generación anual de consumo por envases de PET y plástico comprende un aproximado de 947000 toneladas de distintos tipos de materiales, de los cuales solo el 0.3 % son recuperados por las instituciones del estado, el 43.8 % terminan en los botaderos y el 56.1 % tiene disposición final en los rellenos sanitarios. Por otro lado (3), menciona que se produce 23 mil toneladas diarias de residuos sólidos y solamente un 15 % son reciclados que en su mayoría son residuos de botellas PET y plásticos.

Al mismo tiempo, los especialistas en gestión de residuos sólidos (5), afirman que Perú cuenta con solo 12 rellenos sanitarios, de ello se deduce que más del 95 % de los residuos van a los botaderos.

Por lo tanto, se han buscado alternativas para reutilizar los residuos sólidos correctamente y así poder gestionarlos como parte de la economía verde al

sistema, visualizándolos como ladrillos ecológicos, para lo cual, se debe reciclar, reutilizar y posteriormente proceder a su fabricación (6) con materiales similares a sus características como densidad, módulo elástico, capacidad de recuperación frente a fuerzas externas, contracción y expansión térmica. Por lo tanto, los ladrillos ecológicos pueden servir como material sustituto de los convencionales en lugares donde abundan estos residuos sólidos ya que su volumen de exposición debe ser mínima en zonas rurales, con ecosistemas frágiles y en zonas turísticas como es Amantaní (7).

A nivel local, Amantaní es una isla que ha venido experimentando un gran crecimiento económico y poblacional por ser una zona turística, trayendo consigo el uso desmedido de los materiales PET y plásticos, este efecto quedó registrado en el último estudio de caracterización de residuos sólidos realizado en el distrito de Amantaní, teniendo como resultado que la producción diaria de estos residuos es de 150 kg (8).

De lo mencionado, la presente investigación se realizará por la existencia de una gran cantidad de residuos como botellas PET y plásticos que generan contaminación ambiental, cambios climáticos y daños a la salud, por ello la propuesta de reutilizar estos residuos inorgánicos para la elaboración de ladrillos ecológicos.

La importancia de la presente investigación es a nivel social porque se brindará a la sociedad métodos, estrategias y nuevas alternativas para reutilizar los desechos y así garantizar un manejo adecuado de los residuos sólidos.

A nivel ambiental, se caracterizará un ladrillo ecológico con material reciclable PET como sustituto sostenible de los materiales de construcción para el desarrollo sostenible de las actividades agrícolas, turísticas y calidad ambiental mejorando así la salud en las plantas, animales y seres humanos, quienes actualmente se ven perjudicados por el desorden de la generación y manejo de residuos sólidos.

## **1.1.2. Formulación del problema**

### **1.1.2.1. Problema general**

¿De qué manera influye la caracterización del ladrillo ecológico con material reciclable PET y plásticos para construcción sostenible en distrito de Amantaní, Puno - 2022?

### **1.1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo determinar las propiedades físicas y mecánicas de las botellas PET llenados con plástico?
- ¿Cómo dar una alternativa de solución a la contaminación ambiental ocasionado por las botellas PET y plástico?
- ¿Cómo promover el aprovechamiento y reutilización de las botellas PET y plástico en construcción sostenible en Amantaní?
- ¿Cómo realizar el diseño del prototipo de vivienda para la construcción sostenible a Esc.: 1/5?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar la caracterización del ladrillo ecológico con material reciclable PET y plástico para la construcción en el distrito de Amantaní, Puno - 2022.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de las botellas PET llenados con plástico.
- Dar una alternativa de solución a la contaminación ambiental ocasionado por las botellas PET y plástico.
- Promover el aprovechamiento y reutilización de las botellas PET y plástico en construcción sostenible en Amantaní.
- Realizar el diseño del prototipo de vivienda para la construcción sostenible a Esc.: 1/5.

## **1.3. Justificación e importancia**

En diferentes partes del país no existe un adecuado manejo de residuos sólidos o no cuentan con un relleno sanitario, por lo tanto, las botellas PET y los plásticos se han convertido en un problema para la sociedad y el medio ambiente. El distrito de Amantaní, no es ajeno a la contaminación ambiental por el

inadecuado manejo de los residuos sólidos y su principal generador es el sector turismo.

El distrito de Amantaní se caracteriza por ser una zona turística, el distrito recibe turistas locales, nacionales e internacionales quienes son los que más generan dichos residuos y sus pobladores no tienen un adecuado manejo de los residuos sólidos, a esto se añade su ubicación geográfica, la cual limita la construcción de un relleno sanitario. Por esta razón, mediante la caracterización de los ladrillos ecológicos con material reciclable PET y plástico, se puede dar una alternativa de solución a la contaminación ambiental y al crecimiento de la cantidad de residuos sólidos generada por turistas y pobladores locales en Amantaní.

Con el desarrollo de la tecnología se innovan diferentes equipos para determinar las propiedades físicas y mecánicas para la construcción sostenible, hoy en día se ven equipos o maquinarias para la fabricación de ladrillos ecológicos con diferentes precios, el ladrillo ecológico con botellas PET llenados con plástico es una solución económica para una construcción sostenible.

El presente trabajo de investigación se justifica porque:

- Se aplicará sosteniblemente el uso de botellas PET y plásticos en la construcción.
- Se usarán técnicas ancestrales para la construcción de prototipos con los ladrillos ecológicos.
- No se usará combustible ni electricidad al forjar los ladrillos ecológicos

#### **1.4. Hipótesis y descripción de variables**

##### **1.4.1. Hipótesis**

###### **1.4.1.1. Hipótesis general**

La caracterización del ladrillo ecológico con material reciclable PET y plástico para construcción sostenible en distrito de Amantaní, Puno - 2022.

###### **1.4.1.2. Hipótesis específicas**

- Se determinan las propiedades físicas y mecánicas de las botellas PET llenados con plástico.
- Da una alternativa de solución a la contaminación ambiental ocasionado por las botellas PET y plástico.
- Promueve el aprovechamiento y reutilización de las botellas PET y

plástico en construcción sostenible en Amantani.

- Se realiza el diseño del prototipo de vivienda para la construcción sostenible a Esc.: 1/5.

#### **1.4.2. Descripción de variables**

##### **1.4.2.1. Variable dependiente**

Diseño del prototipo de vivienda para la construcción sostenible.

##### **1.4.2.2. Variable independiente**

Caracterización del ladrillo ecológico con material reciclable PET y plásticos para construcción sostenible en distrito de Amantani.

**Tabla 1:** Operacionalización de variables

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Caracterización del ladrillo ecológico con material reciclable PET y plásticos para construcción sostenible en distrito de Amantaní.	Un ladrillo ecológico se compone de una botella PET rellena con plásticos reciclados, debidamente limpios y secos, con el fin de crear un bloque duradero y sostenible. Estos ladrillos se emplean en la edificación de viviendas.	Un ladrillo ecológico que cumpla las características básicas para la construcción sostenible.	* Caracterizar el ladrillo ecológico	* Ensayos de aislamiento acústicos * Ensayo de aislamiento térmico	* dB A * °C	TIPO DE INVESTIGACIÓN Aplicado con efecto cuantitativo alcance explicativo NIVEL DE INVESTIGACIÓN Correlacional explicativo ENFOQUE Cuantitativo DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Cuasi - experimental POBLACIÓN Botellas PET y bolsas plásticos del distrito de Amantaní MUESTREO Probabilístico MUESTRA 2671 botellas PET y 1591.92 kg de plástico TÉCNICA Ensayo de laboratorio INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN Ficha técnica FICHAS DE RECOLECCIÓN Fichas de laboratorio
			* Propiedades físicas y mecánicas de las botellas PET	* Masa del ladrillo ecológico * Volumen del ladrillo ecológico * Densidad del ladrillo ecológico	* g * L * g/L	
			* Alternativa de solución a la contaminación	* Cantidad de botellas PET * Cantidad de plásticos	* und * kg	
			* Aprovechamiento y reutilización	* Charlas de sensibilización a la población	* %	
Diseño del prototipo de vivienda para la construcción sostenible.	Se refiere al diseño de una vivienda sostenible reutilizando botellas pet rellenos con plástico como ladrillo ecológico en el proceso de diseño y construcción.	Aquel sistema que genere seguridad y un ambiente interior con temperatura agradable.	* Diseño del prototipo de vivienda	* Plano arquitectónico * Maqueta del prototipo de vivienda	* escala	

**Fuente:** Elaboración propia

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del problema

##### 2.1.1. Antecedentes nacionales

En una investigación desarrollada en la ciudad de Lima, sobre construcción sustentable mediante la caracterización de ladrillos PET en áreas urbanas se estudiaron los pros y contras sobre sus diferentes propiedades en comparación con los ladrillos tradicionales.

Se analizaron las diferentes características de fuerza, rendimiento y eficiencia de los ladrillos PET, además de reutilizar los residuos de envases de bebidas para la elaboración de obras de construcción, resaltando como ventaja la sencillez del proceso de elaboración del eco ladrillo PET que a diferencia del proceso convencional de fabricación que une cemento y arena, el eco ladrillo PET no requiere cocción ni arena para su elaboración, indicando así que los ladrillos PET son mejores en el campo de la construcción por su fácil transporte, menor densidad y baja especificidad de peso en materia prima. Asimismo, se caracteriza como un ladrillo que no contamina y reduce el consumo de los recursos naturales a su vez que aprovecha los residuos sólidos producidos por las industrias (plásticos) haciendo al ladrillo PET un material sostenible para el medio ambiente, la economía y el ámbito social, esto optimiza el tiempo, por ende, tenemos un menor costo de desarrollo en el factor de construcción (9).

En la siguiente investigación sobre la viabilidad de un ladrillo ecológico compuesto de PET y cenizas de pollerías en Tacna, se tuvo como objetivo la determinación de la viabilidad económica y ecológica del uso de ladrillos ecológicos hechos de PET, cenizas de pollerías, arena y cemento para construcciones. Este trabajo de investigación plantea dar una alternativa de solución frente a la contaminación ambiental producto de las ladrilleras y generación de residuos sólidos en Tacna. Los investigadores fabricaron muestras de ladrillos a diferentes concentraciones para luego someterlos a distintas pruebas físicas y mecánicas, posteriormente utilizar esta experiencia para calcular las proporciones adecuadas en su experimento: 50

% de cemento, 25 % de PET, 20 % de arena y 5 % de ceniza en la fabricación de su ladrillo en cumplimiento con la normativa nacional (10).

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

En un estudio realizado en el municipio de Acacias en Colombia sobre las propiedades físico - químicas de los eco - ladrillos fabricados con distintas variedades de plásticos reciclados en el municipio de Acacias, analizaron al ladrillo ecológico con una mezcla de 70 % de PET y 30 % de PEAD haciéndolo ligero, es decir por debajo del peso específico por su alto contenido de PET; dicho análisis se rige a las normas técnicas de Colombia así como a sus distintas pruebas experimentales, como parte de la experimentación con los ladrillos ecológicos encontraron que por su forma alabeada son de fácil montaje y acoplamiento, cuando los expusieron a la intemperie no presentaron cambios en sus dimensiones ni daños aparentes, a su vez, poseen muy poco porcentaje de absorción de líquidos, además, se les sometió a fuerzas de flexión verificando que es un material muy resistente a la ruptura, asimismo, posee una inmensa resistencia a la compresión horizontal y vertical expuesta en el ensayo (11).

En una investigación en el distrito metropolitano de Quito se examinó el problema causado por los residuos sólidos, ya que en el lugar había gran consumo de materiales de plástico, principalmente de residuos PET, los cuales no contaban con manejo, recolección, segregación y destino final apropiados. En dicha investigación se busca proporcionar los factores favorables para una construcción sostenible que mitigue la contaminación y la reducción del uso de mamposterías y que implemente un nuevo tipo de construcción, el cual debe cumplir con los parámetros físico - mecánicos dando seguridad a sus habitantes. Este objetivo lo determinaron haciendo diversos ensayos en especímenes de mampostería y comparando los resultados con las normas vigentes de su país (12).

En la siguiente investigación realizada en la facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Cork de Irlanda, se analizó la viabilidad del uso de eco - ladrillos para fines de construcción, donde se menciona que los eco - ladrillos se forman envasando plástico dentro de botellas de PET. Los investigadores realizaron experimentos para caracterizar algunas de las propiedades de estos ladrillos en los que consideran las pruebas de



compresión, evaluación de aislamiento acústico y transmisión de luz para compararlo con los materiales y construcción tradicional. Presentando así, su intento de caracterizar estos ladrillos cuyos resultados finales alientan su uso a futuro en un grado significativamente mayor y para diversos propósitos (13).

En un estudio realizado en Río de Janeiro se fabricaron ladrillos moldeados a temperatura ambiente con mezclas de tierra arcillosa, cemento y 30 % en peso de partículas de desechos PET, este último componente, generó un aumento en el contenido de humedad óptima para la compactación, disminución en el peso específico, aumento en la resistencia a la compresión; en cuanto a la absorción de agua cumplieron con los estándares y consideran como una alternativa para aplicaciones no estructurales como cierre de muros en la construcción de edificios (14).

En la investigación realizada en Marruecos se examinó el efecto de la incorporación de aditivos de residuos plásticos en el desempeño térmico de ladrillos de arcilla cruda. Agregaron a la arcilla varias proporciones de aditivos de desechos plásticos poliméricos, polietileno de alta densidad HDPE y PET en tres tamaños de grano. Las muestras preparadas se ensayaron en cuanto a su conductividad térmica, capacidad calorífica específica. Los hallazgos recopilados mostraron que las propiedades de conductividad térmica y capacidad calorífica específica mejoraron la incorporación de los aditivos de grano polimérico más grandes en comparación con los más pequeños (15).

En un estudio realizado en Sudáfrica, se consideró la utilización de desechos plásticos y arena de fundición en la producción de ladrillos ecológicos para estructuras de mamposterías, comprobando que la resistencia a la compresión y tracción del ladrillo ecológico es mayor a la de los convencionales, así mismo muestran una baja absorción de agua y conservaban sus máximas resistencias después de remojarse en diferentes concentraciones de ácido debido a las características hidrofóbicas y deformabilidad del plástico de desecho. Los hallazgos ilustraron un enfoque racional hacia la conversión de desechos en material ecológico (16).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Tereftalato de polietileno o politereftalato de etileno**

El tereftalato de polietileno o politereftalato de etileno, más conocido por sus siglas PET, es un polímero termoplástico lineal formado por la policondensación de etilenglicol y ácido tereftálico, ambos materiales sintéticos conocidos como poliésteres. En consecuencia, el PET pertenece a la familia de los poliésteres por ello que a veces no tiene forma o está parcialmente cristalizado, esto depende de la velocidad en su enfriamiento después de su conformado. El PET es la principal materia prima usada para elaborar botellas de plástico, fue hecho por primera vez en 1941 y su consumo ha ido aumentando cada año en millones de toneladas, el cual es un problema serio para el medio ambiente ya que es uno de los residuos más abundantes en el mundo, son no retornables y tardan en degradarse entre 100 y 1000 años. Los plásticos que usamos en las industrias y en nuestras vidas cotidianas son de difícil autodestrucción a lo largo del tiempo, ya que el plástico y todos sus derivados tardan más de 500 años en degenerarse y degradarse (17).

### **2.2.2. Ladrillo tradicional**

El ladrillo artesanal fue el principal material de construcción en las antiguas Mesopotamia y Palestina; los sumerios y babilonios hicieron grandes palacios y ciudades amuralladas con ladrillos secados al sol para luego recubrirlos con otros ladrillos hechos en hornos; los persas forjaron ladrillos para hacer murallas de defensa y acueductos para luego recubrirlos con mármol (11).

Ya en la Edad Media se utilizaron los ladrillos cerámicos al norte de Italia, Países Bajos y Alemania principalmente en lugares donde no había piedra y los constructores hacían distintas decoraciones y funciones con ladrillos haciendo formas, colores y figuras utilizándolos como un tejido entrelazando los ladrillos para mayor resistencia. Esta forma de construcción continuó hasta la época del Renacimiento para luego ser llevada al continente americano por los colonos.

Así mismo, el ladrillo secado al sol ya era usado en las civilizaciones prehispánicas y preinca y con mayor frecuencia en lugares secos como las costas de Sudamérica (11).

Un ladrillo tradicional es un material de construcción considerado como el más antiguo que ha fabricado el hombre, normalmente es de cerámica y de forma prismática, sus dimensiones y su peso hacen posible que pueda ser trasladado y manipulado con una sola mano. Los ladrillos tradicionales o comunes se pueden colocar en distintos patrones o formas, llamados en grupo aparejos. Para su acoplamiento se usan distintos tipos de morteros para construir estructuras y mantener los ladrillos juntos (18).

Actualmente el rubro inmobiliario y el uso de materiales de construcción tradicional han crecido de manera significativa, sin embargo, en otros países como Colombia, Argentina y Ecuador se ha aceptado de manera positiva el uso de ladrillos ecológicos de plástico, no solo por su bajo costo sino por su aporte frente a la contaminación ambiental (9).

España tiene una larga historia en relación a la elaboración y uso de materiales cerámicos y en particular en la fabricación de ladrillos cocidos. Su sector cerámico es el más grande productor de materiales de construcción en Europa, con una producción de más de 30 millones de toneladas por año. La variabilidad de ladrillos cocidos que existen en su mercado es muy grande, teniendo ladrillos para cualquier tipo de uso (19).

Frente a lo expuesto se puede afirmar que existe un gran problema en la sociedad, que es la falta de información sobre estos nuevos materiales para la construcción de edificaciones por lo que el ladrillo cerámico, hormigón y azulejo son los materiales con mayor demanda en la construcción, los mismos que al ser caracterizados conllevan a elevadas cifras de contaminación ambiental por su enorme cantidad de energía consumida y el dióxido de carbono liberado al ambiente (9).

El Programa Regional *Aire Limpio* realizó la investigación: “Experiencias en el sector del ladrillo artesanal en las ciudades de Arequipa y Cusco”, cuyos resultados indican que, las ladrilleras pequeñas y muy pequeñas utilizan en su mayor parte técnicas artesanales de hornos deficientes y quema de todo tipo de material combustible para su calefacción como son: plásticos, neumáticos, aceite quemado de vehículos, etc., por su alta energía calorífica que desprenden y por su bajo costo. Estos combustibles son muy contaminantes lo que hace que la fabricación de ladrillos sea una gran fuente de contaminación ambiental, teniendo un impacto negativo en la atmósfera y

por ende en la salud de sus trabajadores y la comunidad cercana a las ladrilleras (9).

La fabricación de ladrillos artesanales se desarrolla dentro de la informalidad, precariedad y sin capacidad de gestión, generando así gases contaminantes (9). Por otro lado, la fabricación industrial de ladrillos se realiza actualmente en grandes cantidades ofreciendo al mercado diferentes calidades, tamaños y funciones en las construcciones, presentando ladrillos para fachadas, techos, interiores, decorativos, divisores, etc.

Estos ladrillos se fabrican con argamasa es decir con una pasta compuesta de cemento, masilla de cal y arena para luego ser llevados a los hornos y ser cocidos con el objetivo de obtener mayor resistencia (11).

### **2.2.3. Residuos sólidos**

A nivel mundial la generación de residuos sólidos ha venido aumentando con el crecimiento económico, la urbanización y el desarrollo. En el 2010 se generaron aproximadamente 1.300 millones de toneladas de residuos sólidos en todo el mundo y se estima que aumente a razón de 2.200 millones de toneladas por año para el 2025.

Los residuos inorgánicos representan el 72 % del total de residuos sólidos en los países desarrollados y del 36 % al 46 % del total de residuos sólidos generados en los países de ingresos bajos y medios (14).

Así mismo, en las ciudades los residuos sólidos son un problema desde su concepción por la gran densidad de pobladores y la acción de botar los residuos sólidos a las calles.

El término *basura* para un gran sector de las poblaciones tiene un significado despectivo y de poco valor, así también se considera como un estorbo y aquello del que hay que deshacerse (20).

Los residuos sólidos son la mezcla de dos o más materiales en distintos estados de la materia, también son el resultado de los procesos de extracción como materia prima de la naturaleza, para luego ser transformada, fabricada y finalmente ser parte del consumo humano, quien después de utilizarlo decide dejar, rechazar o entregar. Este producto final es susceptible de aprovechamiento o transformación a un nuevo producto o bien con un valor económico antes de su disposición final (20).

El 2014 se produjeron en el planeta alrededor de 310 millones de toneladas de plásticos, donde el embalaje es el responsable del 40 % de la misma y las botellas de PET representan el 7 %. Entre el 22 % y el 43 % del plástico desperdiciado en todo el mundo se elimina en vertederos y hasta el 95 % de los residuos sólidos que se junta en las playas, la superficie de los océanos y el fondo marítimo, consisten en materiales de plástico, incluidas bolsas de plástico, equipos de pesca, alimentos y envases de bebidas PET (21).

El turismo se ha convertido en una actividad económica de gran importancia, sin embargo, ha causado graves daños al entorno en el que se desarrolla y la sostenibilidad ambiental solo puede ser alcanzada a través de la educación y concienciación de las personas involucradas. Actualmente, ninguno de los lugares turísticos del distrito *El Faique* cuenta con una gestión sostenible, ya que los turistas no son conscientes de los impactos negativos que su visita puede tener en la ciudad, debido a la falta de información sobre el cómo contribuir al desarrollo sostenible. Las autoridades locales deben proporcionar medios para fomentar la educación a través de campañas y acciones destinadas a la conservación del medio ambiente (22).

#### **2.2.4. El reciclaje**

Proceso mediante el cual muchos materiales presentes en los residuos sólidos o materiales en desuso son reutilizados mediante procesos físicos, químicos o mecánicos, alargando de esta manera la vida de un producto.

También se puede considerar que el reciclaje es la operación que nos permite recuperar, transformar y elaborar un nuevo material que posea en su composición final de manera parcial o total a los residuos sólidos. Por lo tanto, se le considera como una opción para minimizar la cantidad de residuos sólidos, dando una nueva aplicación a estos (17). Una de las estrategias empleadas para reciclar es la denominada las 3Rs ecológicas, para reducir el volumen de residuos sólidos generados. Es decir, las 3Rs desarrollan hábitos de consumo responsable, concientización a botar menos residuos sólidos, ahorrar más dinero y lograr ser un consumidor más responsable (23).

El reciclaje es el proceso en el cual los productos no deseados son utilizados nuevamente, reduciendo así el uso de nuevas materias primas; también es la reincorporación de materiales ya utilizados en la fabricación de otros y ayuda

a conservar los recursos naturales ahorrando energía, tiempo y agua que serían empleados en su fabricación (11).

Actualmente el reciclaje es un tema de gran interés en las personas, comunidades, empresas y autoridades gubernamentales para mejorar la calidad de vida de la población (9) y se produce por tres razones básicas: altruistas, imperativas económicas y consideraciones legales. En la primera, es evidente que la protección del medio ambiente y la conservación de los recursos responde a los intereses generales del mundo; en la segunda, los costos generados al desechar los residuos sólidos se han reducido gracias al reciclaje tanto que, al combinarlos con otros costos asociados a los residuos sólidos, adquiere sentido desde el punto de vista económico.

Finalmente, en respuesta a las exigencias del público y a la creciente falta de métodos alternativos para la evacuación, el Gobierno está obligado a reciclar y posibilitar una amplia diversidad de penalizaciones económicas y civiles, así como establecer incentivos para estimular el reciclaje (11).

A sí mismo, los países de la OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) tienen 34 % de tasa media de reciclaje (24), caso que no se da en la mayoría de los países en desarrollo.

La eliminación de residuos inorgánicos en vertederos informales o en el mar, significa perder su valor como recursos potenciales que absorben espacio valioso, contaminan el medio ambiente y deterioran las comunidades (24).

Una alternativa para minimizar dichos problemas es recuperar los plásticos y todo material inorgánico de los flujos de residuos para su reciclaje, generación de energía o para desarrollar nuevos materiales.

#### **2.2.4.1. Reciclaje de plástico**

En nuestro país y en estos últimos años el uso de plásticos ha aumentado de manera excesiva, generando el crecimiento de residuos sólidos donde el plástico forma la mayor parte del total y su fabricación por parte de las empresas petroquímicas genera retales que no cumplen ninguna función y no tienen las especificaciones requeridas para salir al mercado como producto terminado, generando problemas para su almacenaje y/o posterior eliminación (11).

Este crecimiento en el volumen de generación de residuos sólidos en el país ha llegado a niveles alarmantes convirtiendo su manejo a través de

estrategias como el reciclaje en una actividad prioritaria, ya que cuando el plástico cumple su ciclo de vida inicial, presenta problemas de almacenamiento frente a la poca disponibilidad de rellenos sanitarios (11). Sin embargo, estos residuos pueden ser incinerados o enterrados en vertederos, pero estos métodos generan consumo de energía, liberación de gases contaminantes y el tiempo de degradación es muy prolongado (11). A esto se suman las consideraciones económicas las cuales hacen que el reciclaje de plásticos sea una alternativa que se utiliza con mayor frecuencia para disminuir el impacto ambiental y ofrecer nuevas alternativas de producción empresarial (11).

#### **2.2.4.2. Tipos de reciclaje**

##### **2.2.4.2.1. Reciclaje mecánico**

Posee varias etapas: separación manual, molienda en partículas, clasificación de partículas en aire lavado, inmersión en agua y separación electrostática (9).

##### **2.2.4.2.2. Reciclaje químico**

Descompone o polimeriza el plástico separando sus moléculas y componentes, los cuales se utilizarán nuevamente para hacer plásticos, Dependiendo de su pureza, este material puede ser utilizado para el envasado de alimentos, por ende, es el más costoso (9).

##### **2.2.4.2.3. Reciclaje energético**

Consiste en incinerar el plástico para generar energía, pero produce contaminación atmosférica; este procedimiento se utiliza habitualmente en países desarrollados como los de la Comunidad Económica Europea o Estados Unidos de América (9).

#### **2.2.5. Estudio de caracterización de residuos sólidos**

La prestación de servicios de limpieza pública a nivel mundial y en nuestro país presenta grandes brechas. Para realizar los procesos y operaciones de residuos sólidos se deben de caracterizar a través de estudios que permitan medir de manera adecuada el manejo de residuos sólidos de cada distrito en particular (4).

Actualmente muchos de los municipios distritales del país desarrollan sus operaciones y procesos de gestión de residuos sólidos de manera improvisada

y sin la información adecuada y básica sobre su generación, esto se ve reflejado en la baja calidad del servicio brindado a la población (4).

Por esta razón, se ha realizado una metodología estandarizada sobre la cual los municipios a nivel nacional deben desarrollar sus estudios de caracterización que den resultados efectivos para hacer el diseño de las operaciones y procesos del manejo de los residuos sólidos (4). Por lo tanto, podemos afirmar que la caracterización de residuos sólidos municipales es un instrumento de gestión que consiste en conseguir información primaria de todas las características de los residuos sólidos domiciliarios, no domiciliarios e industriales y mediante el cual se obtienen distintos datos como la cantidad, densidad, composición y humedad de los residuos sólidos de un determinado lugar o área geográfica. Estos datos o información permiten la planificación técnica y operativa que se puede realizar en el manejo de los residuos sólidos municipales, así como la planificación administrativa y financiera del servicio de limpieza pública municipal (4).

De lo mencionado, podemos afirmar que el estudio de caracterización de residuos sólidos municipales es un instrumento de gestión fundamental para elaborar más instrumentos para la gestión de residuos sólidos, así como planes, proyectos de inversión y otros que permitan tomar decisiones en la gestión integral de residuos sólidos a corto, mediano y largo plazo. Este documento de gestión debe ser claro y sencillo, que describa las pautas y metodologías para la obtención de datos exactos y así relacionarlos con los residuos sólidos (4).

La actualización del estudio de caracterización de residuos sólidos se debe de realizar cada 5 años considerando para dicha actualización el crecimiento poblacional, la implementación de estrategias para la minimización de residuos sólidos y el desarrollo o incremento de actividades económicas, productivas, servicios, extractivas y otras que se desarrollen en cada distrito en particular (4).

Para fijar las fechas del estudio de caracterización de los residuos sólidos se debe tener en cuenta una época neutral donde no haya aumento ni disminución de los residuos de manera significativa. En caso de que haya diferencias significativas en diferentes temporadas del año como es el caso de las playas y balnearios se deben hacer más de dos estudios anuales para mejorar los datos y así mejorar la utilidad para los municipios (4).



### **2.2.6. Ladrillo ecológico**

Las comunidades y ONGs (Organizaciones No Gubernamentales) consideran al eco - ladrillo como una forma válida de reducir volúmenes de eliminación de residuos plásticos. Además, este bloque de construcción hecho a mano es un material de construcción accesible y de muy bajo costo para proyectos sociales en regiones donde los residuos sólidos y los vertederos informales son un problema común y el reciclaje industrial no está disponible.

En regiones de América, África y Asia se reportan proyectos de construcción de eco - ladrillos, la mayoría estos son proyectos sociales donde las comunidades trabajan en conjunto por un objetivo común, como centros educativos y espacios recreativos (21), teniendo en cuenta el largo tiempo de degradación de las botellas de PET y otros materiales inorgánicos, la idea de que en caso de demolición, los eco - ladrillos podrían usarse nuevamente o convertirse en nuevos bloques de construcción, este dispositivo se conoce como un material de construcción sostenible (19). Sin embargo, tanto las botellas PET utilizadas como contenedor de los eco - ladrillos, así como los materiales mixtos utilizados como relleno, podrían reciclarse mejor si se implementara un proceso de separación y valoración más sofisticado. Además, el rendimiento del eco - ladrillo como material de construcción depende en gran medida de los materiales utilizados para fabricarlos y de las habilidades de la fuerza laboral involucrada. Existen datos limitados sobre las propiedades físicas y mecánicas de los eco - ladrillos en proyectos de construcción pasados o actuales (13) y sólo existe un estudio que aborda la caracterización de eco - ladrillos llenos de materiales inorgánicos individuales (6). Por lo tanto, podemos considerar al eco - ladrillo como una solución a dos problemas relacionados: el reciclaje de materiales de desecho inorgánico y los edificios sostenibles a bajo costo, por ello es necesario la investigación de sus propiedades físicas y mecánicas.

Por otra parte, los eco - ladrillos de botellas PET (Tereftalato de Polietileno) rellenos con residuos inorgánicos mixtos son materiales para la construcción que tienen muy bajo costo y su uso es un buen método de reciclaje para reducir la eliminación de desechos en lugares donde el reciclaje industrial aún no existe (25).

En ese contexto, se llaman eco - ladrillos a las botellas de PET rellenas con algún material y que pueden ser bloques de construcción (25). Existen botellas rellenas con tierra, con desechos inorgánicos comprimidos como plásticos, espumas, envases y celofán (25). De esta manera colaboramos con la reducción de la contaminación que producirían los materiales compactados en el interior de los bloques (26).

#### **2.2.7. Aislamiento acústico**

Es la reducción de la transmisión de sonidos de un área a otra y las características físicas del material utilizado en el aislamiento acústico determinan su capacidad para reducir la propagación del sonido a través de él. En resumen, el aislamiento acústico se enfoca en disminuir el paso del sonido entre diferentes espacios mediante la utilización de materiales que posean propiedades acústicas específicas (27).

#### **2.2.8. Compresión**

La compresión de los materiales es la capacidad de resistencia de estos sometidos a fuerzas externas tratando de romperlos, de esta manera se define si es de buena calidad y libre del riesgo a rupturas; para definir que el material no es el adecuado se verifica la existencia de rajaduras o fallas, estos materiales deberán ser de un 75 % de sólidos en su composición, así mismo, deberán tener una relación de altura y espesor proporcional de unidad en unidad (28).

#### **2.2.9. Absorción**

Otra de las características importantes para evaluar un eco - ladrillo es el nivel de absorción de agua, este parámetro permite hallar su calidad evitando grietas. Por lo tanto, estos ladrillos presentan una gran permeabilidad en comparación con los ladrillos tradicionales (29).

#### **2.2.10. Permeabilidad**

Esta es la capacidad que tienen los cuerpos para ser filtrados por fluidos como el agua sin cambiar su estructura interna. Para esta investigación tomaremos dos tipos de permeabilidad: el agua y el vapor de agua (30).

#### **2.2.11. Peso específico**

El peso específico de un ladrillo es un indicador de la calidad de los materiales, si tiene un valor alto entonces corresponde a materiales de buen

comportamiento y si es bajo corresponde a agregados absorbentes y débiles. Para el caso de los ladrillos ecológicos su peso específico varía de acuerdo a la cantidad de plástico agregado, ya que el plástico es un material muy compacto y a su vez liviano, por ello, podemos afirmar que, a mayor cantidad de plástico, se incorporará menor cantidad de otros materiales a la mezcla, obteniendo así un producto de menor peso y con la misma calidad (31).

#### **2.2.12. Durabilidad**

Para la caracterización del ladrillo ecológico, su parámetro de durabilidad se define como la capacidad de resistencia en el tiempo que tiene un ladrillo a cambios naturales como temperatura y humedad y se examina a través de procesos continuos de congelamiento, humectación y secado del mismo (12). Por ello, la durabilidad del eco - ladrillo deberá ser resistente a la acción del medio ambiente, el ataque químico, la abrasión o cualquier otro proceso de deterioro, sin embargo, otro factor importante para mantener la durabilidad, es determinar su nivel de permeabilidad ya que esta controla la tasa de entrada y salida de humedad la cual puede contener químicos y dañar la estructura interna del ladrillo (32).

#### **2.2.13. Los plásticos**

Su origen fue el resultado de un concurso de 1860, cuando el fabricante estadounidense de las bolas de billar *Phelan and Collander* ofreció una recompensa de 10.000 dólares a quien consiguiera un sustituto aceptable del marfil natural que era destinado a la fabricación de bolas de billar. Una de las personas que compitieron fue el inventor norteamericano Wesley Hyatt, quien desarrolló un método de procesamiento a presión de la piroxilina, un nitrato de celulosa de baja nitración, tratado previamente con alcanfor y una cantidad mínima de disolvente de alcohol. El celuloide se fabricaba disolviendo celulosa, un hidrato de carbono obtenido de las plantas en una solución de alcanfor y etanol. Con él se empezaron a fabricar distintos objetos como mangos de cuchillo, armazones de lentes y películas cinematográficas. Posteriormente se percataron que este mismo podía ser ablandado y moldeado nuevamente con presencia de calor, por lo cual recibió el nombre de termoplástico. (11).

En 1909 el químico norteamericano de origen belga Leo Hendrik Baekeland (1863 - 1944) sintetizó un polímero de interés comercial a partir de las

moléculas de fenol y formaldehído, este producto podía moldearse a medida que se formaba y resultaba duro al solidificarse. No conducía la electricidad, era resistente al agua, a los disolventes y de fácil uso. Se lo bautizó con el nombre de baquelita, el primer plástico totalmente sintético de la historia (11).

Posteriormente, los químicos utilizaron los resultados de los primeros plásticos para buscar otras moléculas más sencillas que pudieran hacer enlaces para crear polímeros. Entre los años 1930 - 1940 los químicos ingleses descubrieron que el gas etileno polimerizaba bajo la acción del calor y la presión formando un termoplástico al que llamaron polietileno luego en los 50 se llamó polipropileno (11).

Actualmente la diversidad de aplicaciones que tienen los plásticos usados a diario está enlazada con sus propiedades fisicoquímicas, su baja densidad, fácil procesamiento de construcción, buenas propiedades mecánicas, buena resistencia química, capacidad de aislamiento térmico y eléctrico y sobre todo su bajo costo en comparación con otros materiales de características y funciones similares. Por sus buenas características estos materiales son investigados para su futura utilidad como materiales de construcción desarrollando así la disminución de los residuos plásticos, PET, entre otros, ayudando a mantener el equilibrio del medio ambiente.

#### **2.2.13.1. Características generales de los plásticos**

Los plásticos se caracterizan por su alta relación de resistencia y densidad, a su vez poseen grandes propiedades como el aislamiento térmico y eléctrico, resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes. Las grandes moléculas por las que están compuestos pueden ser lineales, ramificadas o entrecruzadas dependiendo del tipo de plástico. Las moléculas lineales y ramificadas son termoplásticas que se ablandan con el calor, mientras que las entrecruzadas son termo endurecibles que se endurecen con el calor (11).

#### **2.2.14. Los polímeros**

Son moléculas que pueden ser de tamaño normal o gigante y se producen por la unión de cientos de miles de pequeñas moléculas denominadas monómeros que forman grandes cadenas de distintas formas, algunas parecen fideos, otras tienen ramificaciones, otras en forma de globos, etc.

Si la cantidad de monómeros es muy grande se puede utilizar el término gran polímero (11).

Los polímeros no necesariamente deben de constar de moléculas individuales, del mismo peso molecular, con las mismas composiciones químicas y la misma estructura molecular. Hay polímeros naturales como ciertas proteínas globulares y poli carbohidratos cuyas moléculas individuales tienen el mismo peso molecular y la misma estructura molecular, pero la gran mayoría de polímeros sintéticos y naturales importantes son mezclas de componentes poliméricos homólogos. Gran parte de los polímeros que utilizamos en nuestra vida diaria son materiales sintéticos y muy variados, dependiendo de su función y de la composición de sus monómeros (11).

#### **2.2.15. El distrito de Amantaní**

El distrito de Amantaní es una isla que se encuentra en el lago Titicaca en la región de Puno, está ubicada al Este de la península de Capachica y al Norte de la isla de Taquile, presenta una forma casi circular con un diámetro de promedio de 3.4 km, con una superficie de 9.28 km<sup>2</sup>, por lo cual es considerada la isla más grande del lago Titicaca en la parte peruana y la segunda en relación con todo el lago (33).

Cuenta con una población de 400 familias repartidas en las 10 comunidades de Santa Rosa, Lampayuni, Sancayuni, Alto Sancayuni, Occosuyo, Occo Pampa, Incatiana, Colquecachi y Villa Orinojón más el pueblo de Amantaní (33).

Entre las actividades económicas realizadas en la isla de Amantaní se desarrolla la agricultura, pecuaria y principalmente la actividad turística, esta última trae a la isla de Amantaní beneficios socioeconómicos y no solamente a sus habitantes sino también a otros grupos como son los lancheros y dueños de hospedajes en la ciudad de Puno (33).

El turismo ha generado cambios en el aspecto social, cultural, económico y ambiental, reformando la estructura comunal en la población de la isla, ya que esta actividad en cualquier atractivo tiene consecuencias positivas y negativas inevitables y si se lleva a cabo de manera desorganizada puede causar daños y perjuicios irreversibles al ambiente llegando a destruir los recursos de la isla que son su atractivo turístico principal. Por lo tanto,

podemos decir que el distrito de Amantaní no puede soportar estos cambios generados por el turismo ya que esta actividad provoca efectos negativos en los recursos, disminuyendo el grado de satisfacción del turista o provocando un impacto en la economía y cultura en la isla de Amantaní (33).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método y alcance de la investigación**

##### **3.1.1. Método de la investigación**

El método utilizado es el científico - explicativo.

El método científico es el camino para producir conocimientos objetivos, es un modo razonado de indagación establecido en forma deliberada y sistemática y está constituido por una serie de etapas o pasos para producir conocimientos.

Todos los conocimientos pueden estar basados en creencias, incluso el conocimiento científico, pero se requiere la comprobación de los hechos para que dichas creencias muestren su existencia real (34).

##### **3.1.2. Tipo de investigación**

El trabajo es aplicado con efecto cuantitativo y alcance explicativo.

La investigación aplicada busca la generación de conocimientos con aplicación directa a los problemas de la sociedad o sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto (35).

##### **3.1.3. Nivel de la investigación**

El nivel de la investigación es correlacional explicativo.

La investigación correlacional tiene como objetivo hallar explicaciones mediante el estudio de relaciones entre variables en marcos naturales, sin que exista la manipulación de dichas variables. Este tipo de investigación informa en qué medida un cambio en una variable afecta o modifica a las demás. La intensidad y dirección de la relación se mide mediante el denominado coeficiente de correlación, cuyo estadístico depende de la naturaleza de las variables estudiadas (36).

### 3.2. Diseño de la investigación

En la presente investigación se empleará el diseño experimental, ya que se refiere a un estudio de laboratorio, así mismo se tomarán las variables que detallarán las características de las muestras del estudio, lo cual es importante para definir las variables, para ello se debe definir el procedimiento que permita su dimensionamiento de manera precisa (37). Así mismo, la caracterización del ladrillo ecológico con material reciclable PET y plásticos, se encuentra en función a los parámetros físicos y mecánicos, de tal manera que la operacionalización se medirá con los siguientes parámetros:

- Masa
- Volumen
- Densidad
- Aislamiento térmico
- Aislamiento acústico

**Tabla 2:** *Matriz de diseño factorial*

<b>MATRIZ DE DISEÑO FACTORIAL</b>	
Cantidad de valores por factor	Diseño de factorial 2 x 2
Cantidad de combinaciones de tratamiento.	Diseño factorial/ completo uso de varios factores: - Temperatura - Acústica
Grado de control	Diseño factorial completamente al azar

**Fuente:** *Elaboración propia*



### 3.3. Población y muestra

#### 3.3.1. Población

Estará conformada por el total de botellas PET y las bolsas de plástico del distrito de Amantani.

#### 3.3.2. Muestra

La muestra estará conformada por 2,671 botellas PET y 1,578 kg de plástico en el distrito de Amantani.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1. Técnicas



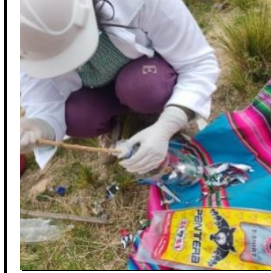

- *Ensayos de laboratorio:* para determinar las características físicas y mecánicas de las botellas PET rellenas con bolsas de plástico.
- *Aplicación de software:* AutoCAD para el diseño arquitectónico (plano) de la vivienda rural típica.

#### 3.4.2. Instrumentos

Formatos o fichas técnicas del laboratorio para recolectar datos obtenidos en los ensayos.

**Figura 1:** *Instrumentos de laboratorio*

			
Pico	Pala	Cinta métrica	Nivelador
			
Cordel	Espátula	Sonómetro	Termohigrómetro digital

			
Probetas	Balanza digital	Guantes quirúrgicos	Fichas técnicas de laboratorio

**Fuente:** *Elaboración propia*

### 3.4.3. Elaboración de ladrillos ecológicos




Los ladrillos ecológicos se fabrican utilizando botellas PET y bolsas de plástico compactadas.

En primer lugar, se llevó a cabo el análisis se estudios de caracterización en el distrito de Amantaní para determinar qué tipo de desechos se generan en la zona. Se descubrió que se producían grandes cantidades de botellas PET y bolsas plásticas en el distrito, lo que genera preocupación por la contaminación ambiental debido a la falta de biodegradabilidad de estos materiales.

Los investigadores encontraron una solución alternativa para reciclar y reutilizar estos materiales en la fabricación de ladrillos ecológicos. Posteriormente, los ladrillos se sometieron a pruebas de laboratorio para evaluar su capacidad de aislamiento acústico y térmico. Además, se realizaron charlas de sensibilización ambiental y encuestas sobre cultura ambiental a la población de Amantaní.

### 3.4.4. Proceso de elaboración de ladrillo ecológico

**Figura 2:** *Proceso de elaboración de ladrillos ecológicos*

			
<p>Capacitación para recolección de residuos sólidos</p>		<p>Recolección de residuos sólidos</p>	
			
<p>Proceso de limpieza de plásticos recolectados antes de llenar.</p>		<p>Recolección de botellas PET</p>	<p>Rellenado y compactado de plásticos en botellas de PET.</p>
			
<p>Ladrillos ecológicos elaborados con botellas PET rellenas de plástico</p>			

**Fuente:** *Elaboración propia*

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Objetivo específico 1

*Determinar las propiedades físicas y mecánicas de las botellas PET llenadas con plástico.*

Una vez fabricados los ladrillos ecológicos utilizando botellas de PET rellenas de plástico, estos fueron llevados al laboratorio para someterlos a pruebas y cálculos de masa, volumen, densidad, aislamiento térmico y acústico, con el fin de analizar su comportamiento como ladrillos ecológicos.

El principio de Arquímedes se puede aplicar para medir el volumen de un objeto sólido de forma irregular como es el ladrillo ecológico de PET relleno de plástico. Al sumergir el ladrillo en una probeta llena de agua, este hace que se desaloje un volumen de agua igual al volumen del ladrillo. Al tener en cuenta que el ladrillo de PET relleno de plástico es menos denso que el agua, la fuerza ascendente que experimenta el objeto es mayor a su peso, lo que permite que flote en la superficie. Al medir el volumen de agua desalojada de la probeta se puede calcular el volumen exacto del ladrillo, por ende, su densidad o masa específica. Esta técnica de medición por el principio de Arquímedes es muy útil para determinar la densidad de materiales de forma irregular como el ladrillo ecológico de PET relleno de plástico.

**Figura 3:** *Cálculo de volumen del ladrillo ecológico por el principio de Arquímedes.*



**Fuente:** *Elaboración propia*

**Tabla 3:** Datos de ensayo de laboratorio (masa)

Ensayo del cálculo de masa			
MUESTRA	ENSAYO 1 (g)	ENSAYO 2 (g)	ENSAYO 3 (g)
MUESTRA 1	647.4	647.5	647.1
MUESTRA 2	648.6	648.2	648.4
MUESTRA 3	649.8	649.7	649.5
<b>Promedio</b>	<b>648.47 g</b>		

**Fuente:** Ensayo de laboratorio triple geo E.I.R.L.

Se realizó la medición de la masa a tres muestras de ladrillos ecológicos en tres pruebas distintas, obteniendo los resultados que se detallan en la tabla.

**Tabla 4:** Datos de ensayo de laboratorio principio de Arquímedes

Ensayo del cálculo de volumen por principio de Arquímedes			
MUESTRA	ENSAYO 1 (L)	ENSAYO 2 (L)	ENSAYO 3 (L)
MUESTRA 1	2.52	2.51	2.52
MUESTRA 2	2.53	2.52	2.52
MUESTRA 3	2.53	2.52	2.53
<b>Promedio</b>	<b>2.25 L</b>		

**Fuente:** Ensayo de laboratorio triple geo E.I.R.L.

Se realizó la medición de volumen aplicando el principio de Arquímedes a tres muestras de ladrillos ecológicos en tres pruebas distintas, obteniendo los resultados que se detallan en la tabla.

**Tabla 5:** Datos de cálculo de densidad

Cálculo de densidad = masa/volumen			
MUESTRA	ENSAYO 1 (g/L)	ENSAYO 2 (g/L)	ENSAYO 3 (g/L)
MUESTRA 1	256.90	257.97	256.79
MUESTRA 2	256.36	257.22	257.30
MUESTRA 3	256.84	257.82	256.72
<b>Promedio</b>	<b>257.10 g/L</b>		

**Fuente:** Ensayo de laboratorio triple geo E.I.R.L.

Se realizó el cálculo de la densidad aplicando la fórmula: densidad = masa / volumen a tres muestras de ladrillos ecológicos en tres pruebas distintas, obteniendo los resultados que se detallan en la tabla.

#### 4.1.1.1. Ensayo de aislamiento térmico

Se llevó a cabo una prueba de aislamiento térmico en la maqueta, cuyos resultados se presentan en las

Tabla 22, Tabla 23, Tabla 24, Tabla 25, Tabla 26 y en las Figura ,

Figura , Fuente:, Fuente, Figura , Figura , Figura .

Según la Tabla 26 y Figura se puede concluir que la temperatura de la maqueta mejora en un 34 % en comparación a la temperatura externa y en un 23 % en comparación a la temperatura interna de la vivienda típica de adobe en Amantaní. Por lo tanto, se estima que las viviendas hechas con botellas PET rellenas con plástico ofrecen mejor confort que las viviendas rurales típicas de adobe en Amantaní.

#### 4.1.1.2. Ensayo de aislamiento acústico

Basándose en los datos recopilados por el sonómetro, se procedió a su interpretación y representación gráfica mediante tablas y gráficos con el fin de establecer parámetros comparativos en cada ensayo y en los distintos horarios medidos.

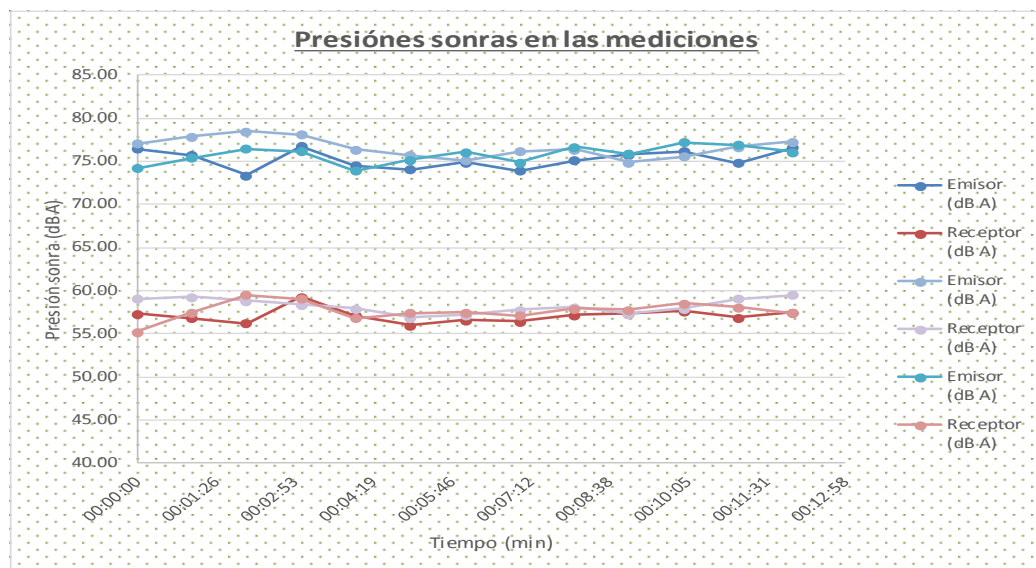
**Tabla 6:** Resultados de la medición de presión sonora con sonómetro en diferentes horas.

Tiempo (min)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
	Hora: 6:00 am		Hora: 12:00 pm		Hora: 6:00 pm	
	T°C: 13.00		T°C: 22.10		T°C: 12.5	
	Nivel de presión sonora		Nivel de presión sonora		Nivel de presión sonora	
	Emisor (dB A)	Receptor (dB A)	Emisor (dB A)	Receptor (dB A)	Emisor (dB A)	Receptor (dB A)
00:00:00	76.50	57.30	77.10	59.10	74.20	55.20
00:01:00	75.70	56.80	77.90	59.30	75.40	57.50
00:02:00	73.40	56.20	78.50	58.80	76.50	59.50
00:03:00	76.80	59.30	78.10	58.40	76.20	59.10
00:04:00	74.50	57.10	76.40	57.90	73.90	56.80
00:05:00	74.10	56.00	75.70	56.90	75.20	57.40
00:06:00	74.90	56.60	75.10	57.20	76.10	57.50
00:07:00	73.90	56.40	76.20	57.80	74.90	57.10
00:08:00	75.10	57.20	76.40	58.10	76.70	57.90
00:09:00	75.80	57.30	74.90	57.30	75.90	57.80
00:10:00	76.20	57.60	75.60	57.90	77.20	58.50
00:11:00	74.80	56.90	76.70	59.10	76.90	58.10
00:12:00	76.60	57.50	77.30	59.50	76.10	57.40

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 6: *Resultados de la medición de presión sonora con sonómetro en diferentes horas* exhibe los datos obtenidos a través del uso de un sonómetro en distintos horarios del día específicamente a las 6:00 a.m., 12:00 p.m. y 6:00 p.m. durante un período de 12 minutos. Así mismo, se midió la temperatura ambiente en las mismas horas, obteniéndose valores de 13° C, 22.1° C y 12.5° C.

**Figura 4:** *Presiones sonoras en las mediciones en las diferentes horas del día*



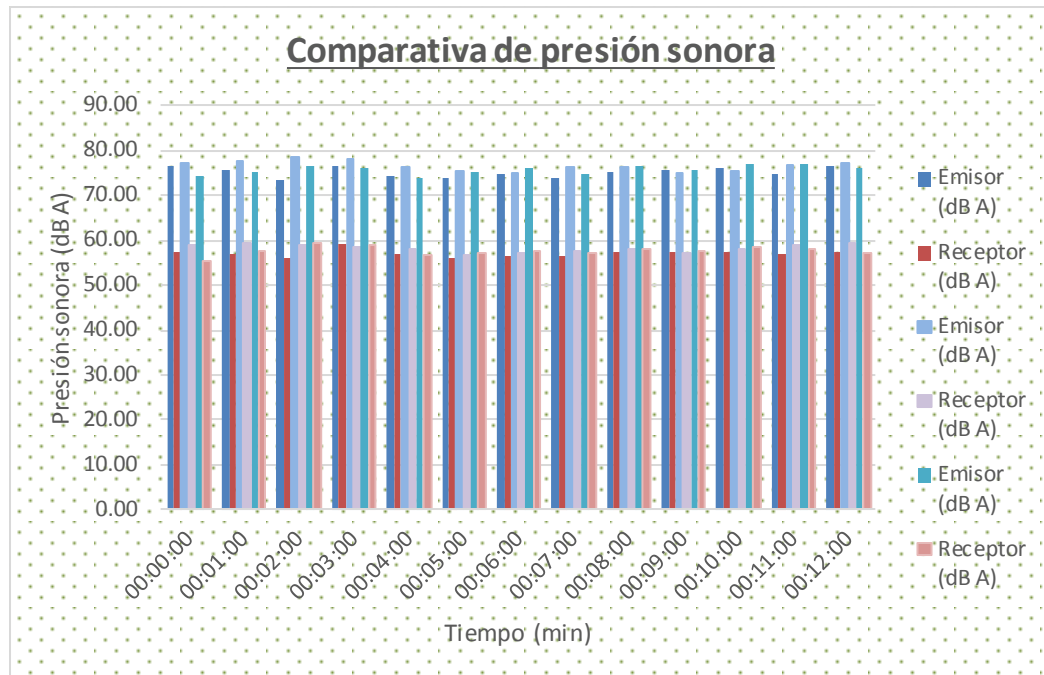
**Fuente:** *Elaboración propia*

La Figura , muestra las mediciones de la presión sonora tomadas en intervalos de tiempo específicos, tanto del emisor como del receptor, durante un periodo de 12 minutos. En la primera medición, se observa que la presión sonora del emisor varía de 76.80 (dB A) a 73.40 (dB A); en la segunda medición, se registró una variación similar de 78.50 (dB A) a 74.90 (dB A); por último, en la tercera medición, la presión sonora del emisor varió de 77.20 (dB A) a 73.90 (dB A).

Por otro lado, la presión sonora del receptor en la primera medición varía de 59.30 (dB A) a 56.00 (dB A); en la segunda medición, se registró una variación similar de 59.50 (dB A) a 56.90 (dB A); por último, en la tercera

medición, la presión sonora del receptor varió de 59.50 (dB A) a 55.20 (dB A).

**Figura 5:** Comparativa de presiones sonoras (Emisor - Receptor) en los diferentes intervalos de tiempo.



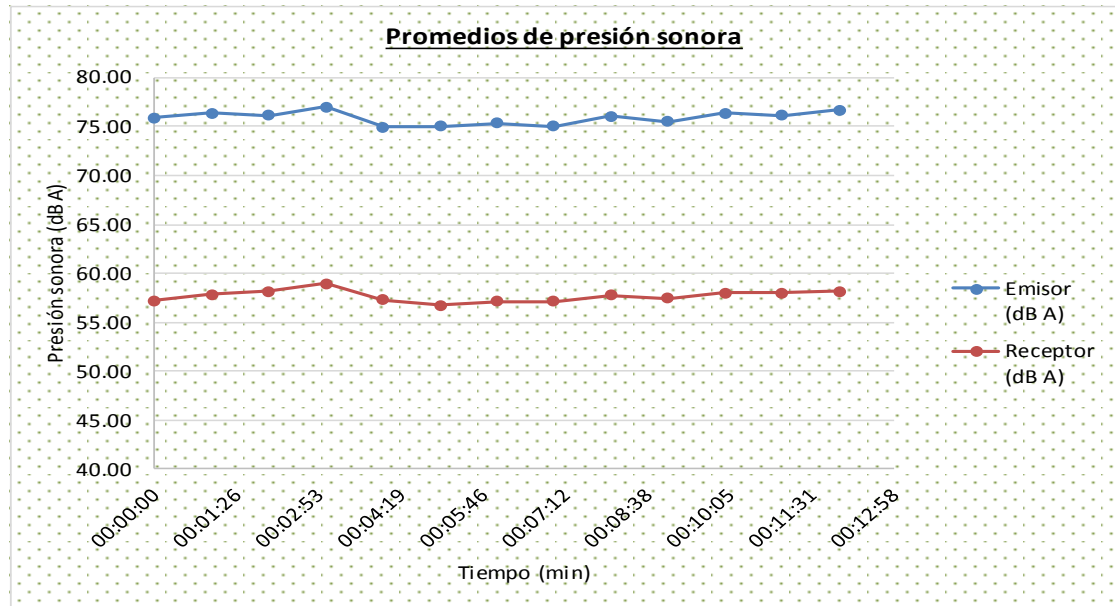
**Fuente:** Elaboración propia

En la

**Figura** se presenta una comparación de las presiones sonoras registradas tanto en el emisor como en el receptor en diferentes intervalos de tiempo. En ella, se utiliza una tonalidad celeste para representar las mediciones de presión sonora del emisor, mientras que las mediciones del receptor se muestran en un tono rojizo. Los resultados indican que la presión sonora experimenta una disminución al atravesar muros construidos con ladrillos ecológicos, los cuales están rellenos de PET reciclado.

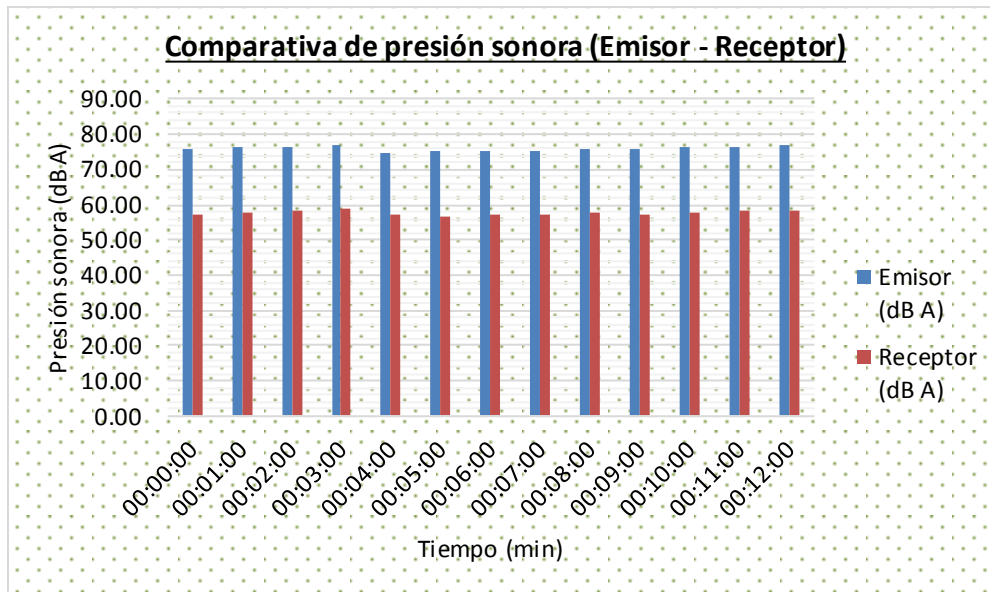


**Figura 6:** Promedio de presión sonora



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 7:** Comparativa de promedio de presiones sonoras (Emisor - Receptor) en los diferentes intervalos de tiempo.



**Fuente:** *Elaboración propia*

La

**Figura** y **Figura** presentan el promedio de las mediciones de presión sonora registradas en distintos intervalos de tiempo, a partir de estos resultados se evidencia una variación en la presión sonora entre el emisor y el receptor, lo que lleva a concluir que un muro construido con ladrillos ecológicos rellenos de PET reciclado actúa como aislante acústico, reduciendo la transmisión de sonido a través del mismo. Además, estos resultados sugieren que este tipo de muro puede actuar como aislante térmico.

**Tabla 7** *Resumen del promedio de nivel de sonido (dB A) de las mediciones*

	Resumen de niveles de sonido (dB A) de las mediciones						Promedio	
	Emisor (dB A)	Receptor (dB A)	Emisor (dB A)	Receptor (dB A)	Emisor (dB A)	Receptor (dB A)	Emisor (dB A)	Receptor (dB A)
Máximo	76.80	59.30	78.50	59.50	77.20	59.50	78.50	59.50
Mínimo	73.40	56.00	74.90	56.90	73.90	55.20	73.40	55.20
Promedio	75.10	57.65	76.70	58.20	75.55	57.35	75.95	57.35
Aislación	17.45		18.50		18.20		18.60	

**Fuente:** *Elaboración propia según datos del sonómetro*

La Tabla 7 presenta los promedios de las mediciones tomadas a diferentes horas del día y se observa una aislación acústica promedio de 17.45 (dB A) en la primera medición; 18.50 (dB A) en la segunda y 18.20 (dB A) en la tercera.

En resumen, estos resultados indican que un muro construido con ladrillos ecológicos rellenos de plástico es capaz de proporcionar una aislación acústica promedio de 18.60 (dB A).

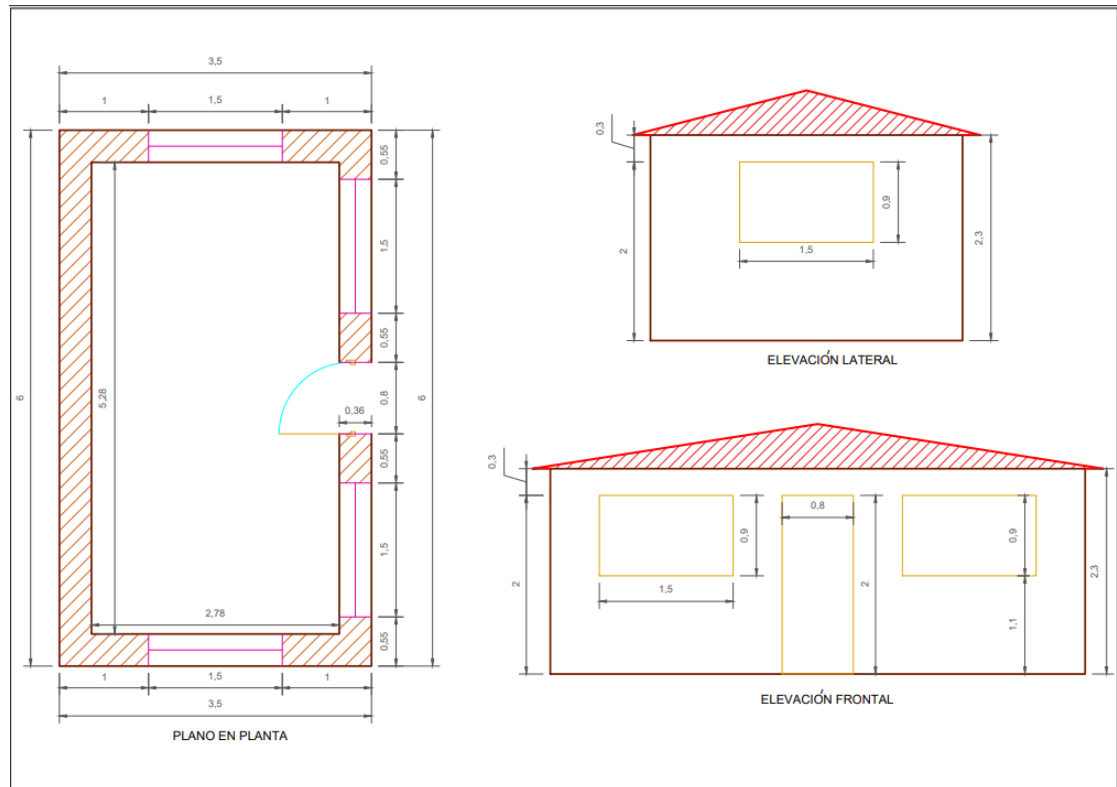
#### 4.2. Objetivo específico 2

*Alternativa de solución a la contaminación ambiental ocasionado por botellas PET y plástico.*

La contaminación ambiental causada por las botellas PET y plásticos es un problema mundial. En esta investigación se presenta la siguiente alternativa de solución que podría ayudar a reducir este problema:

- Reciclar y reutilizar las botellas PET y plástico como ladrillos ecológicos para construir viviendas rurales, ecológicas y sostenibles en el tiempo. Estos elementos no biodegradables según los ensayos realizados presentan propiedades favorables en la construcción de viviendas típicas de la zona donde se necesitan cantidades considerables de PET y plástico con el objetivo de reducir el problema ambiental ocasionado en Amantaní.
- Se plantea la construcción de una vivienda típica de la zona con ladrillos ecológicos, para ello se elaboró un plano (Figura ), de acuerdo a las viviendas típicas rurales de Amantaní, así mismo se realizaron los cálculos de las cantidades de botellas PET y kilos de plástico que serán necesarios para la construcción de una vivienda según el plano.

**Figura 8** Plano de una vivienda típica de la zona (Amantani)



**Fuente:** *Elaboración propia*

#### 4.2.1. Cálculo de cantidad de botellas PET y cantidad de kilogramos de plástico para la construcción de una vivienda rural típica según plano.

- Cálculo de área de muro

a. Área de muro frontal

$$A = 6 * 2.3 - ((2*0.8) + (2*(1.5*0.9))) = 9.5 \text{ m}^2$$

b. Área de muro posterior

$$A = 6 * 2 = 13.8 \text{ m}^2$$

c. Área de muro lateral derecho

$$A = 2.78 * 2.3 - (1.5 * 0.9) = 5.04 \text{ m}^2$$

d. Área de muro lateral izquierdo

$$A = 2.78 * 2.3 - (1.5 * 0.9) = 5.04 \text{ m}^2$$

e. Área total de muro a construir

$$A = 9.5 + 13.8 + 5.044 + 5.04 = 33.388 \text{ m}^2$$

Según Alina Velásquez 2022 – 01 – 27, en su revista construcción de botellas PET indica que por metro cuadrado se requiere 80 botellas PET de más de un litro.

• **Cantidad de botellas PET para la construcción de vivienda según el plano.**

$$\# \text{ PET} = 33.388 * 80 = 2,671.00 \text{ PET}$$

• **Según pruebas realizadas en el laboratorio, en una botella PET se recicló 0.596 kg de plástico.**

$$\text{Kg de plástico} = 2,671.00 * 0.59 = 1,575.89 \text{ kg}$$

Se puede apreciar que, para construir una vivienda típica de la zona serán necesarias 2,671.00 botellas PET y 1,575.89 Kg de plástico; por ende, estas cantidades calculadas reducirán la contaminación ambiental en Amantaní.

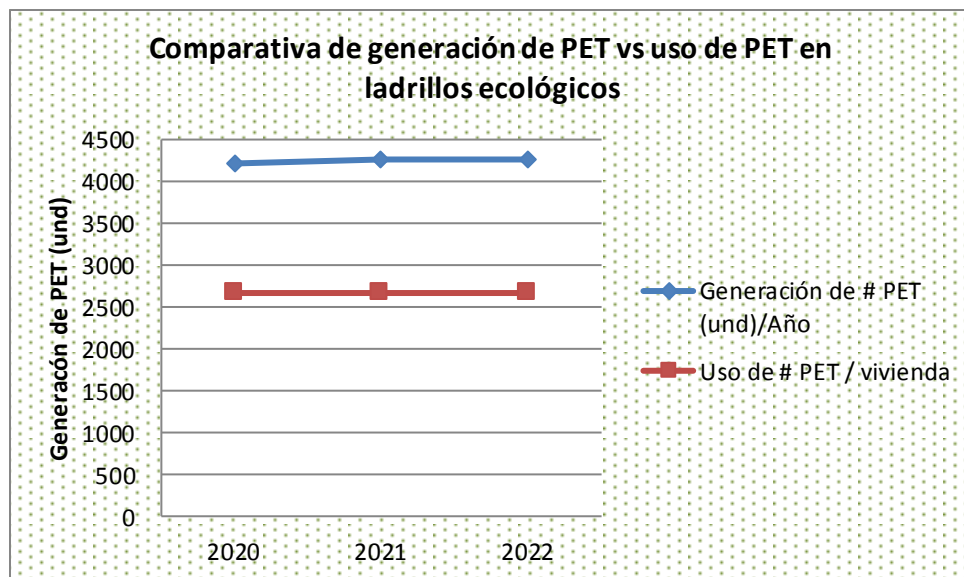
**Tabla 8:** *Generación de cantidad de PET por año en el distrito de Amantaní*

<b>Año</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
<b>Generación de # PET (und)/Año</b>	4231	4265	4280
<b>Uso de # PET / vivienda</b>	2671	2671	2671

**Fuente:** *Elaboración propia*

En la Tabla 8 se observa la evolución de la generación de botellas PET en los años 2020, 2021, 2022; estos datos se obtuvieron según los estudios de caracterización de la municipalidad distrital de Amantaní, donde se observa un aumento anual.

**Figura 9:** Comparativo entre generación de PET y su uso en la fabricación de ladrillos ecológicos.



**Fuente:** *Elaboración propia*

La Figura muestra cómo la contaminación ambiental disminuye al utilizar ladrillos ecológicos propuestos en esta investigación para construir una vivienda típica según el plano y con botellas PET rellenas de plástico como ladrillos ecológicos.

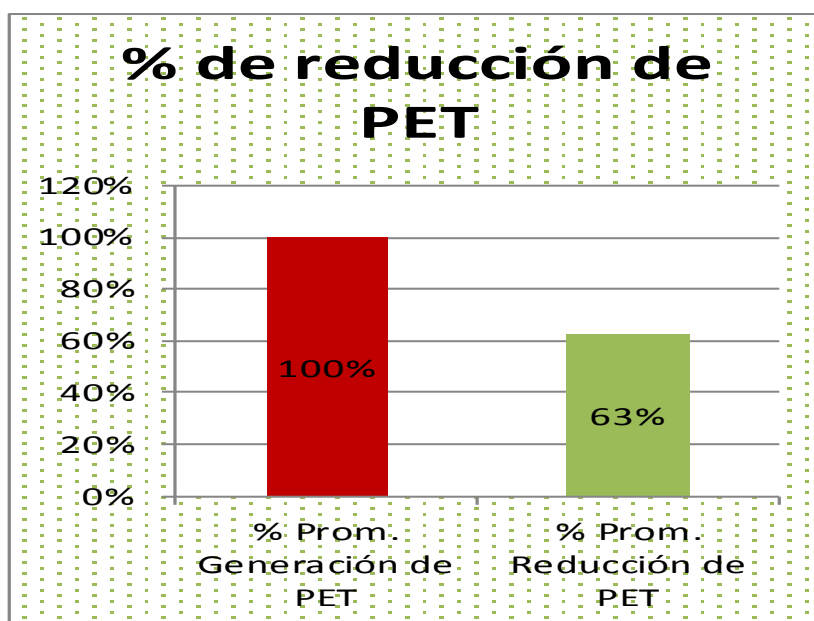
**Tabla 9** Promedio de generación de PET por año en el distrito de Amantani

% De reducción de PET	Promedio	Porcentaje
% Prom. Generación de PET	4258.67	100%
% Prom. Reducción de PET	2671.00	63%

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura 10:** Porcentaje de reducción de PET en la elaboración de ladrillos

ecológicos.



**Fuente:** *Elaboración propia*

En la Tabla 9 y en la Figura se presenta el promedio porcentual de la reducción de residuos de botellas PET al construir una vivienda rural típica utilizando como ladrillos ecológicos las botellas PET rellenas de plástico siguiendo el plano propuesto.

La construcción de una vivienda al año utilizando botellas PET reduce la generación de residuos de PET en un 63 % por año.

**Tabla 10:** *Generación de kg de plástico por año en el distrito de Amantani*

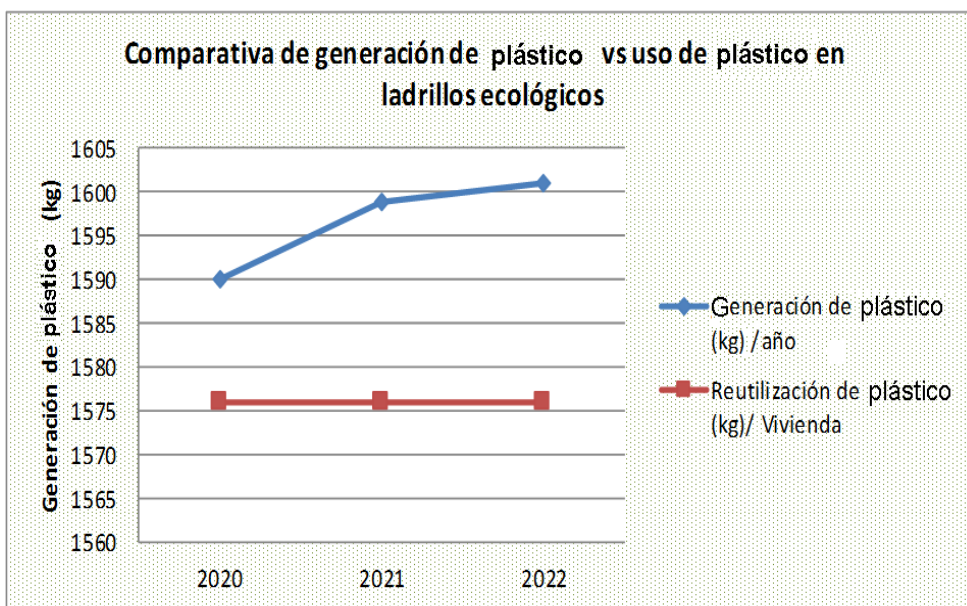
Año	2020	2021	2022
Generación de plástico (Kg/año)	1590	1599	1601
Reutilización de plástico (Kg/vivienda)	1,575.89	1,575.89	1,575.89

**Fuente:** *Elaboración propia*

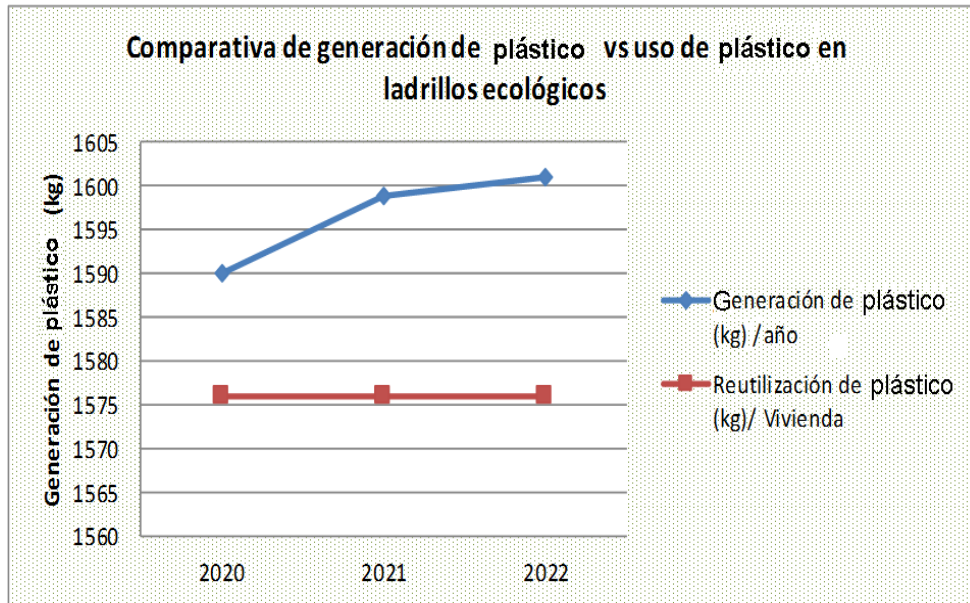
En la

**Tabla 10** se observa cómo es la evolución de la generación de plásticos en los años 2020, 2021, 2022; estos datos se obtuvieron según los estudios de caracterización de la municipalidad distrital de Amantaní donde se observa que va en aumento de año en año.

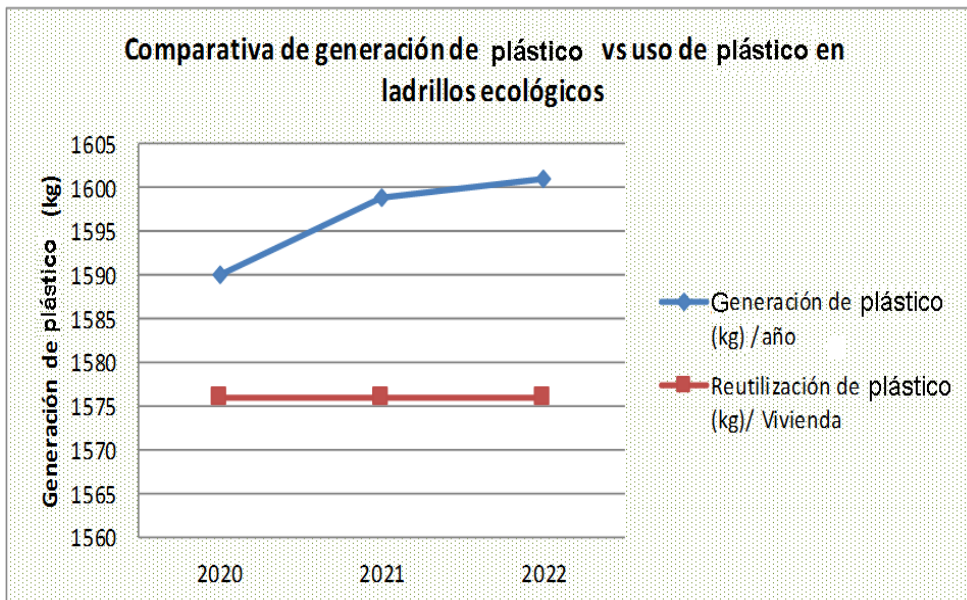
**Figura 11:** *Comparativo entre generación de plástico y su uso en la fabricación de ladrillos ecológicos.*







Fuente: *Elaboración propia*



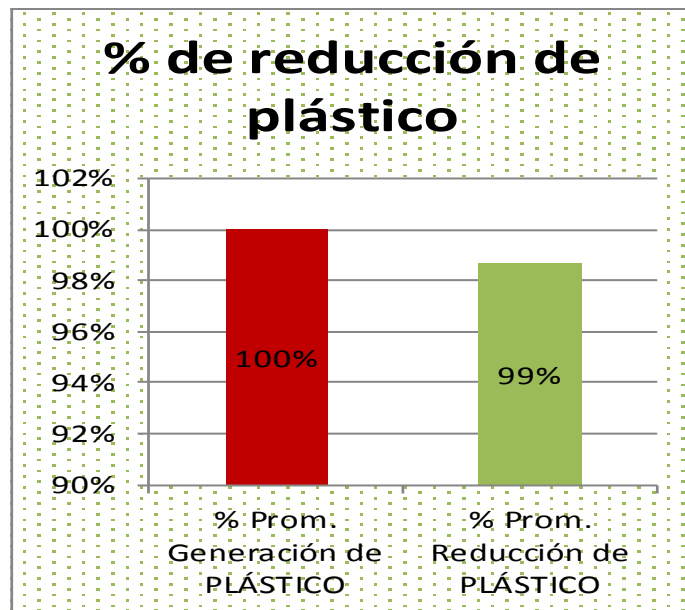
En la Figura 11 se muestra cómo la contaminación ambiental disminuye al utilizar los ladrillos ecológicos propuestos en esta investigación para construir una vivienda rural típica según el plano y utilizando botellas PET rellenas de plástico como ladrillos ecológicos.

**Tabla 11:** Promedio de generación de plástico por año en el distrito de Amantani.

% De reducción de plástico	Promedio	Porcentaje
% Prom. Generación de plástico	1596.67	100 %
% Prom. Reducción de plástico	1,575.89	99 %

Fuente: *Elaboración propia*

**Figura 12:** Porcentaje de reducción de plástico al elaborar ladrillos ecológicos.



Fuente: *Elaboración propia*

En la Tabla 11 y en la Fuente se presenta el promedio porcentual de la reducción de residuos de plástico al construir una vivienda rural típica utilizando como ladrillos ecológicos las botellas PET rellenas de plástico, siguiendo el plano propuesto.

La construcción de una vivienda al año utilizando botellas PET rellenas con plástico reduce la generación de plástico en un 99 % por año.

### 4.3. Objetivo específico 3

*Promover el aprovechamiento y reutilización de las botellas PET y plástico en construcción sostenible en Amantaní*

Se llevaron a cabo charlas de sensibilización ambiental en Amantaní con el fin de promover el aprovechamiento y la reutilización de botellas PET y plástico en construcciones sostenibles. Estas charlas abarcan temas relacionados con la cultura ambiental, reciclaje, la reutilización, las construcciones sostenibles y la degradación de botellas PET y plástico. Además, se realizaron encuestas antes y después de las charlas para medir el conocimiento y la conciencia ambiental de la población en relación a estos temas.

**Figura 13:** *Formato de encuestas sobre cultura ambiental (antes de la charla de sensibilización ambiental)*

<u>Encuesta antes del taller de sensibilización</u>		Fecha:	/	/2022
Nombres y Apellidos:		Institución:		
1.- Usted sabe ¿Qué es reciclaje?	SÍ <input type="checkbox"/>			
	NO <input type="checkbox"/>			
2.- ¿Sabía que las botellas PET y plástico se degradan entre los 200 a 400 años ?	SÍ <input type="checkbox"/>			
	NO <input type="checkbox"/>			
3.- ¿Estás interesado en el cuidado del medio ambiente?	SÍ <input type="checkbox"/>			
	NO <input type="checkbox"/>			
4.- ¿Sabía usted que se puede reutilizar las botellas Pet y plástico?	SÍ <input type="checkbox"/>			
	NO <input type="checkbox"/>			
5.- ¿Cree usted que reciclando se reduce la contaminación ambiental?	SÍ <input type="checkbox"/>			
	NO <input type="checkbox"/>			
6.- ¿Ha observado alguna vez una vivienda construida con PET y plástico?	SÍ <input type="checkbox"/>			
	NO <input type="checkbox"/>			
7.- ¿Construirías tu vivienda con botellas PET y plástico reciclado?	SÍ <input type="checkbox"/>			
	NO <input type="checkbox"/>			

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura 14:** Formato de encuestas sobre cultura ambiental (después de la charla de sensibilización ambiental)

<b>Encuesta después de los talleres de sensibilización</b>		Fecha:	/	/	2022
Nombres y Apellidos:					
1.- Usted sabe ¿Qué es reciclaje?		Institución:			
SÍ	<input type="checkbox"/>				
NO	<input type="checkbox"/>				
2.- ¿Sabe Ud. que las botellas PET y plástico se degradan entre los 200 a 400 años ?					
SÍ	<input type="checkbox"/>				
NO	<input type="checkbox"/>				
3.- ¿Estás interesado en el cuidado del medio ambiente?					
SÍ	<input type="checkbox"/>				
NO	<input type="checkbox"/>				
4.- ¿Sabe Ud. que se puede reutilizar las botellas Pet y plástico?					
SÍ	<input type="checkbox"/>				
NO	<input type="checkbox"/>				
5.- ¿Cree usted que reciclando se reduce la contaminación ambiental?					
SÍ	<input type="checkbox"/>				
NO	<input type="checkbox"/>				
6.- ¿Ha observado alguna vez una vivienda construida con PET y plástico?					
SÍ	<input type="checkbox"/>				
NO	<input type="checkbox"/>				
7.- ¿Construirías tu vivienda con botellas PET y plástico reciclado?					
SÍ	<input type="checkbox"/>				
NO	<input type="checkbox"/>				

**Fuente:** *Elaboración propia*

Se utilizó un formato de encuesta antes y después de la charla de sensibilización ambiental sobre la cultura ambiental para evaluar el conocimiento de los residentes. Así mismo, se aplicó la misma encuesta a las instituciones primarias y secundarias, esto para obtener estadísticas sobre su conocimiento en el tema y cómo estas charlas de sensibilización podrían influir en la población en general.

La

**Figura** y **Figura** muestran el formato de la encuesta utilizada para recopilar esta información.

**Tabla 12:** *Resultado de las encuestas realizadas antes de las charlas de sensibilización ambiental en las 10 comunidades.*

Resumen de las encuestas realizadas antes de las charlas de sensibilización ambiental en las 10 comunidades		
Encuestados	75	(100% del total)
PREGUNTAS SOBRE CULTURA AMBIENTAL	Resp. (Sí)	Porcentaje (%)
Usted sabe ¿Qué es reciclaje?	15	20%
¿Sabía que las botellas PET y plástico se degradan entre los 200 a 400 años ?	5	7%
¿Estás interesado en el cuidado del medio ambiente?	50	67%
¿Sabía usted que se puede reutilizar las botellas Pet y plástico?	43	57%
¿Cree usted que reciclando se reduce la contaminación ambiental?	47	63%
¿Ha observado alguna vez una vivienda construida con PET y plástico?	3	4%
¿Construirías tu vivienda con botellas PET y plástico reciclado?	69	92%

**Fuente:** *Elaboración propia (según las encuestas)*

**Tabla 13:** *Promedio de encuestas realizadas antes de las charlas de sensibilización ambiental (En las 10 comunidades)*

Promedio de encuestas realizadas antes de las charlas de sensibilización ambiental		
En las 10 comunidades	Prom. Resp. (Sí)	Porcentaje (%)
Cultura ambiental, antes de la sensibilización ambiental	33.14	44%

**Fuente:** *Elaboración propia (según las encuestas)*

En la Tabla 12 y Tabla 13 se observan los resultados de las encuestas realizadas antes de las charlas de sensibilización ambiental en las 10 comunidades con un total de 75 asistentes encuestados, de los cuales solo el 20 % conoce sobre reciclaje, pero el 92 % estarían dispuestos a construir una vivienda con botellas PET y plástico reciclado.

En resumen, solo el 44 % de los asistentes tenían conocimientos sobre cultura ambiental.

**Tabla 14:** Resultado de las encuestas realizadas antes de las charlas de sensibilización ambiental en las instituciones de primaria y secundaria.

Resumen de las encuestas realizadas antes de las charlas de sensibilización ambiental en las instituciones de primaria y secundaria		
Encuestados	65	(100% del total)
PREGUNTAS SOBRE CULTURA AMBIENTAL	Resp. (Sí)	Porcentaje (%)
Usted sabe ¿Qué es reciclaje?	58	89%
¿Sabe Ud. que las botellas PET y plástico se degradan entre los 200 a 400 años ?	27	42%
¿Estás interesado en el cuidado del medio ambiente?	58	89%
¿Sabe usted que se puede reutilizar las botellas Pet y plástico?	54	83%
¿Cree usted que reciclando se reduce la contaminación ambiental?	63	97%
¿Ha observado alguna vez una vivienda construida con PET y plástico?	8	12%
¿Construirías tu vivienda con botellas PET y plástico reciclado?	59	91%

**Fuente:** Elaboración propia (según las encuestas)

**Tabla 15:** Promedio de encuestas realizadas antes de las charlas de sensibilización ambiental en las instituciones de primaria y secundaria.

Promedio de encuestas realizadas antes de las charlas de sensibilización ambiental		
En las instituciones de primaria y secundaria	Prom. Resp. (Sí)	Porcentaje (%)
Cultura ambiental, antes de la sensibilización ambiental	46.71	72%

**Fuente:** Elaboración propia (según las encuestas)

En la Tabla 14 y Tabla 15 se observan los resultados de las encuestas realizadas antes de las charlas de sensibilización ambiental en las instituciones de primaria y secundaria con un total de 65 asistentes encuestados de los cuales el 89 % conoce sobre reciclaje y un 91 % estarían dispuestos a construir una vivienda con botellas PET y plástico reciclado. En resumen, el 72 % de los asistentes tenían

conocimientos sobre cultura ambiental.

**Tabla 16:** Resultado de las encuestas realizadas después de las charlas de sensibilización ambiental en las 10 comunidades.

Resumen de las encuestas realizadas después de las charlas de sensibilización ambiental en las 10 comunidades		
Encuestados	120	(100% del total)
PREGUNTAS SOBRE CULTURA AMBIENTAL	Resp. (Sí)	Porcentaje (%)
Usted sabe ¿Qué es reciclaje?	115	96%
¿Sabía que las botellas PET y plástico se degradan entre los 200 a 400 años ?	110	92%
¿Estás interesado en el cuidado del medio ambiente?	118	98%
¿Sabía usted que se puede reutilizar las botellas Pet y plástico?	116	97%
¿Cree usted que reciclando se reduce la contaminación ambiental?	119	99%
¿Ha observado alguna vez una vivienda construida con PET y plástico?	6	5%
¿Construirías tu vivienda con botellas PET y plástico reciclado?	117	98%

**Fuente:** Elaboración propia (según las encuestas)

**Tabla 17:** Promedio de encuestas realizadas después de las charlas de sensibilización ambiental en las 10 comunidades.

Promedio de encuestas realizadas después de las charlas de sensibilización ambiental		
En las 10 comunidades	Prom. Resp. (Si)	Porcentaje (%)
Cultura ambiental, después de la sensibilización ambiental	100.14	83%

**Fuente:** Elaboración propia (según las encuestas)

En la Tabla 16 y Tabla 17 se observan los resultados de las encuestas realizadas después de las charlas de sensibilización ambiental en las 10 comunidades con un total de 120 asistentes encuestados de los cuales solo el 96 % conoce sobre reciclaje y un 98 % están dispuestos a construir una vivienda con botellas PET y plástico reciclado. En resumen, las charlas de sensibilización tienen efecto

positivo, ya que el 83 % de los asistentes tienen conocimientos sobre cultura ambiental.

**Tabla 18:** Resultado de las encuestas realizadas después de las charlas de sensibilización ambiental en las instituciones de primaria y secundaria.

Resumen de las encuestas realizadas después de las charlas de sensibilización ambiental en las instituciones de primaria y secundaria		
Encuestados	68	(100% del total)
PREGUNTAS SOBRE CULTURA AMBIENTAL	Resp. (Sí)	Porcentaje (%)
Usted sabe ¿Qué es reciclaje?	64	94%
¿Sabe Ud. que las botellas PET y plástico se degradan entre los 200 a 400 años ?	59	87%
¿Estás interesado en el cuidado del medio ambiente?	67	99%
¿Sabe usted que se puede reutilizar las botellas Pet y plástico?	65	96%
¿Cree usted que reciclando se reduce la contaminación ambiental?	67	99%
¿Ha observado alguna vez una vivienda construida con PET y plástico?	10	15%
¿Construirías tu vivienda con botellas PET y plástico reciclado?	67	99%

**Fuente:** Elaboración propia (según las encuestas)

**Tabla 19:** Promedio de encuestas realizadas después de las charlas de sensibilización ambiental en las instituciones de primaria y secundaria.

Promedio de encuestas realizadas después de las charlas de sensibilización ambiental		
En las instituciones de primaria y secundaria	Prom. Resp. (Sí)	Porcentaje (%)
Cultura ambiental, después de la sensibilización ambiental	57.00	84%

**Fuente:** Elaboración propia (según las encuestas)

En la Tabla 18 y Tabla 19 se observan los resultados de las encuestas realizadas después de las charlas de sensibilización ambiental en las instituciones de primaria y secundaria con un total de 68 asistentes encuestados de los cuales el 94 % conoce sobre reciclaje y un 99 % estarían dispuestos a construir una vivienda



con botellas PET y plástico reciclado. En resumen, las charlas de sensibilización tienen efecto positivo, ya que un 84 % de los asistentes tienen conocimientos sobre cultura ambiental.

**Tabla 20:** *Resumen promedio de encuestas realizadas antes de las charlas de sensibilización ambiental a toda la población de Amantani.*

Promedio de encuestas realizadas antes de las charlas de sensibilización ambiental		
Poblacion total de Amantani	Prom. Resp. (Sí)	Porcentaje (%)
Cultura ambiental, antes de la sensibilización ambiental	39.93	58%

**Fuente:** *Elaboración propia (según las encuestas)*

**Tabla 21:** *Resumen promedio de encuestas realizadas después de las charlas de sensibilización ambiental a toda la población de Amantani.*

Promedio de encuestas realizadas después de las charlas de sensibilización ambiental		
Poblacion total de Amantani	Prom. Resp. (Sí)	Porcentaje (%)
Cultura ambiental, después de la sensibilización ambiental	78.57	84%

**Fuente:** *Elaboración propia (según las encuestas)*

En la Tabla 20 y Tabla 21 se representa la diferencia entre el nivel de conocimiento sobre la cultura ambiental antes y después de las charlas de sensibilización. Los resultados muestran que las charlas tuvieron un efecto positivo, ya que se observa una mejora significativa en el conocimiento sobre este tema. Antes de las charlas, solamente el 58 % de la población conocía sobre cultura ambiental, mientras que después de ellas este porcentaje aumentó a un 84 % en toda la población de Amantani.

En general estos resultados mostraron que hubo un aumento de 26 % en la conciencia ambiental después de las charlas.

#### 4.4. Objetivo específico 4

*Resultados del diseño del prototipo de vivienda para la construcción sostenible a esc: 1/5.*

a. Determinación de la escala:

La maqueta se elaboró a una escala de 1:5 a fin de que permita medir la temperatura al interior de la misma.

b. Materiales:

Los materiales empleados en la construcción de la maqueta son los mismos que si hubieran empleado en la construcción del Módulo a escala real. Entre ellos tenemos:

- Tierra obtenida del mismo lugar, cuyas propiedades han sido evaluadas.
- Agua para preparar la mezcla.
- Yeso para el enlucido de paredes internas, con una buena propiedad térmica.
- Madera, empleada en el diseño de vigas de puertas y ventanas, así como en la estructura del techo.
- Calamina para la cobertura del techo de la maqueta.
- Piedra para el cimiento de la estructura de la maqueta

c. Proceso de elaboración de la maqueta:

**Figura 15:** *Proceso de elaboración de la maqueta a escala 1:5*

			
Materiales	Armado de ladrillo ecológico	Ladrillos ecológicos a escala 1:3	Medición del terreno a construir

			
Delimitación con uso de cuerdas para cimiento.	Trazo a nivel del suelo para excavación de cimiento.	Planteo con demarcación de suelo.	Inicio de excavación
			
Excavación	Armado de cimiento de piedras	Cimentación	Armado de sobre cimentación de piedra.
			
Incorporación de ladrillo ecológico.	Armado de paredes con mortero de barro y ladrillo ecológico.	Armado de vigas para ventanas y puerta con uso de maderas.	Elaboración de desnivel para techo.
			
Compactación de últimos ladrillos ecológicos.	Tarrajeo con barro de paredes.	Tarrajeo final dando forma a puerta y ventanas.	Estucado interior con yeso y colocación de vigas para techo.

**Fuente:** Fotos tomadas por los investigadores

d. Producto final, la maqueta

**Figura 16** Prototipo vivienda acabado a escala 1:5





**Fuente:** Foto tomada por los autores

e. Medición de las temperaturas ( $T^{\circ}\text{C}$ ) en la vivienda típica de Amantaní:

En el Perú, específicamente la región Puno, situada a una altitud de más de 3810 m.s.n.m., donde los meses de junio, julio y agosto son los más críticos en términos de temperaturas extremas (38).

Sin embargo, debido a los plazos de ejecución, el presente estudio realizó sus mediciones en enero, febrero y marzo de 2023 y pese a que estos meses pertenecen a la estación de verano la región Puno continúa siendo fría.

A pesar de ello los resultados de la investigación son válidos, ya que se comparó la temperatura interna de la vivienda en estudio con la temperatura ambiente (temperatura exterior), mostrando notables diferencias entre ambas.

La medición de la temperatura se realizó en diferentes horarios: 6:00, 9:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00 y 24 horas, en un periodo de ocho días para evaluar el comportamiento de la temperatura interior del módulo respecto a una vivienda típica de la zona.

**Tabla 22** Resultados de la medición de temperatura exterior e interior de la vivienda rural típica de Amantaní.

FECHA	HORA	12:00 a. m.	3:00 a. m.	6:00 a. m.	9:00 a. m.	12:00 p. m.	3:00 p. m.	6:00 p. m.	9:00 p. m.
Promedio	T° Int.	10.4	10.1	10.2	13.8	20.1	20.4	16.4	12.4
	T° Ext.	8.7	7.2	7.0	13.9	20.9	20.7	14.2	10.7
Rango de Confort	T° Max.	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5
	T° Min.	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5
15-Ene	T° Int.	10.1	8.8	9.4	11.6	18.1	17.3	14.8	11.9
	T° Ext.	8.2	7.2	6.4	10.3	15.2	15.3	10.7	8.0
22-Ene	T° Int.	10.5	9.1	10.4	13.1	17.6	18.8	14.5	10.7
	T° Ext.	7.2	4.2	5.5	8.8	13.5	14.9	9.6	7.8
29-Ene	T° Int.	12.7	12.7	11.3	16.8	23.2	22.3	19.0	14.1
	T° Ext.	10.6	8.8	6.3	21.2	21.1	24.6	19.8	13.9
5-Feb	T° Int.	12.3	11.4	11.1	16.8	21.7	21.7	17.7	14.0
	T° Ext.	10.1	7.9	8.1	16.3	28.5	21.5	16.8	12.0
12-Feb	T° Int.	10.1	11.5	11.7	14.0	19.2	21.4	14.7	12.0
	T° Ext.	8.9	8.0	10.3	15.3	26.1	25.2	12.4	11.0
19-Feb	T° Int.	9.2	8.1	7.8	11.7	23.9	22.6	20.4	13.7
	T° Ext.	8.3	7.1	6.4	16.5	18.5	22.9	19.5	15.7
26-Feb	T° Int.	10.7	10.8	10.7	15.0	20.0	20.2	17.2	12.8
	T° Ext.	8.4	7.3	7.5	14.4	20.0	20.4	17.1	12.8
5-Mar	T° Int.	7.2	8.7	8.9	11.4	16.8	18.8	13.0	10.2
	T° Ext.	7.7	6.8	5.7	8.1	24.2	20.7	7.9	4.1

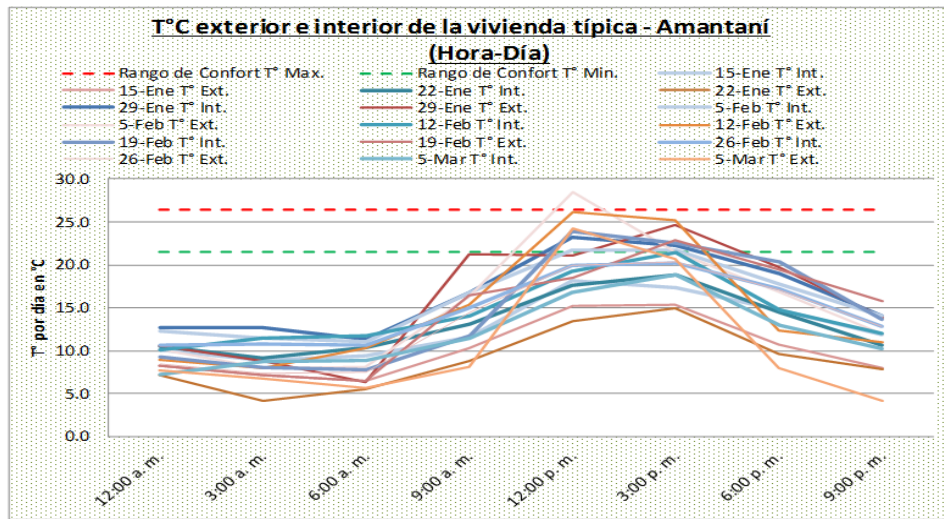
**Fuente:** *Elaboración propia*

En la

**Tabla 22** se muestra los resultados y el comportamiento de la temperatura dentro y fuera de una vivienda típica de Amantaní durante el período de investigación. Se midió la temperatura exterior para tener una base comparativa y determinar si la temperatura interior proporciona un ambiente cómodo en comparación con la temperatura ambiente. En resumen, se analizó la diferencia de temperatura entre el interior y exterior de la casa para evaluar el confort térmico de la vivienda.

El estándar internacional UNE-EN ISO 7730 el cual se ocupa de la ergonomía del ambiente térmico establece que la temperatura considerada como confort para las personas se encuentra entre 21.5 °C y 26.5 °C., este criterio se utiliza para determinar si la temperatura interior se encuentra dentro de la zona de confort. (38).

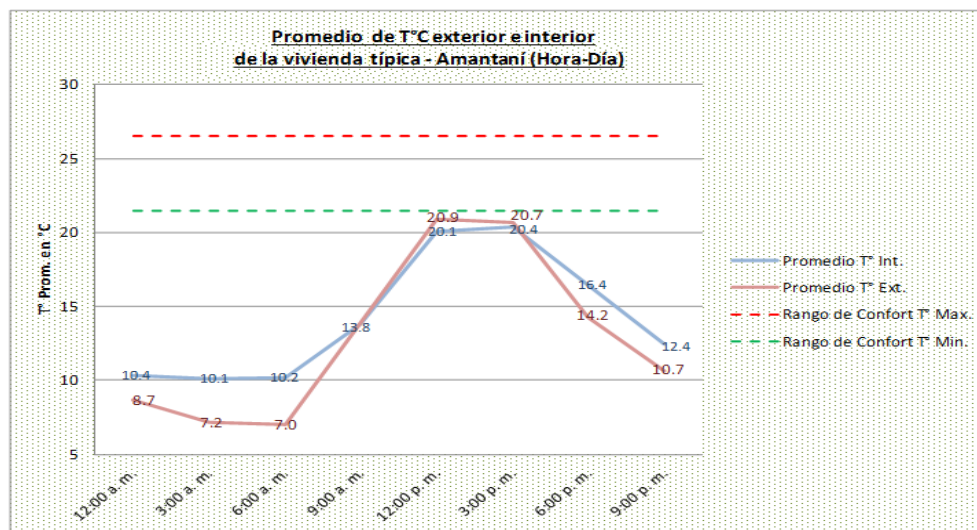
**Figura 17:** *Temperaturas exteriores e interiores de la vivienda rural típica de Amantani*



**Fuente:** *Elaboración propia*

La Figura muestra la variación de la temperatura en diferentes intervalos de tiempo (horas) durante los ocho días de medición, tanto en el interior de una vivienda rural típica como en el exterior. La temperatura exterior oscila entre los 4.1 °C y 28.5 °C y la temperatura interior entre 7.2 °C y 23.9 °C. Se observa que la temperatura en el interior de la vivienda rural típica es más estable y se acerca más a la zona de confort que la temperatura exterior.

**Figura 18:** Promedio de temperatura exterior e interior de la vivienda típica de Amantani



**Fuente:** Elaboración propia

En la

Figura se puede ver una comparación entre las temperaturas promedio en °C dentro y fuera de la vivienda típica de Amantani, así como las diferencias entre ellas.

Se puede observar gráficamente que la temperatura exterior es más variable y extremadamente fría con una temperatura crítica de 7.0 °C y una temperatura máxima de 20.9 °C. Por otro lado, la temperatura promedio en el interior de la vivienda típica de Amantani oscila entre 10.1 °C y 20.4 °C, la temperatura dentro de la vivienda es más cómoda que la del exterior.



f. Medición de las temperaturas (T °C) en la maqueta

**Tabla 23** Resultados de la medición de temperatura exterior e interior de la maqueta

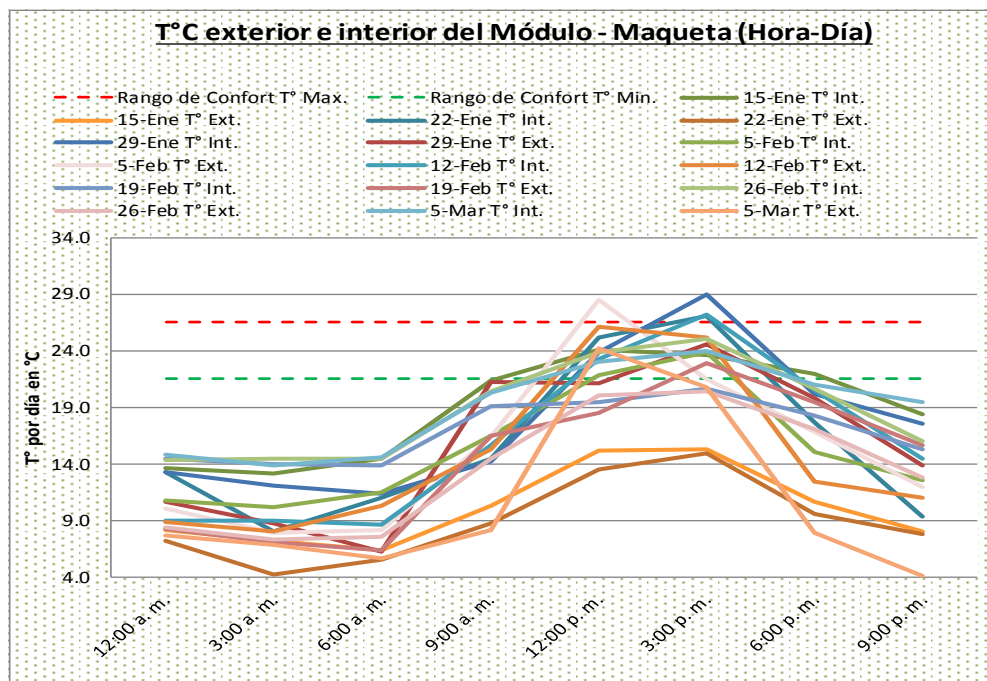
FECHA	HORA	12:00 a. m.	3:00 a. m.	6:00 a. m.	9:00 a. m.	12:00 p. m.	3:00 p. m.	6:00 p. m.	9:00 p. m.
Promedio	T° Int.	13.0	11.9	12.5	17.7	23.1	25.0	19.4	15.4
	T° Ext.	8.7	7.2	7.0	13.9	20.9	20.7	14.2	10.7
Rango de Confort	T° Max.	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5
	T° Min.	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5
15-Ene	T° Int.	13.6	13.2	14.4	21.4	24.1	23.6	21.9	18.4
	T° Ext.	8.2	7.2	6.4	10.3	15.2	15.3	10.7	8.0
22-Ene	T° Int.	13.3	8.0	11.0	14.4	25.2	27.0	17.7	9.3
	T° Ext.	7.2	4.2	5.5	8.8	13.5	14.9	9.6	7.8
29-Ene	T° Int.	13.3	12.1	11.4	14.2	23.9	29.0	20.2	17.5
	T° Ext.	10.6	8.8	6.3	21.2	21.1	24.6	19.8	13.9
5-Feb	T° Int.	10.8	10.2	11.5	16.5	21.8	23.8	15.1	12.6
	T° Ext.	10.1	7.9	8.1	16.3	28.5	21.5	16.8	12.0
12-Feb	T° Int.	9.0	9.0	8.6	15.6	23.3	27.2	20.5	14.5
	T° Ext.	8.9	8.0	10.3	15.3	26.1	25.2	12.4	11.0
19-Feb	T° Int.	14.5	14.0	13.8	19.1	19.4	20.6	18.2	15.3
	T° Ext.	8.3	7.1	6.4	16.5	18.5	22.9	19.5	15.7
26-Feb	T° Int.	14.3	14.5	14.5	20.4	23.8	25.0	20.6	16.0
	T° Ext.	8.4	7.3	7.5	14.4	20.0	20.4	17.1	12.8
5-Mar	T° Int.	14.8	13.9	14.6	20.3	23.0	24.0	21.0	19.5
	T° Ext.	7.7	6.8	5.7	8.1	24.2	20.7	7.9	4.1

Fuente: *Elaboración propia*

En la Tabla 23 se muestran los resultados y el comportamiento de la temperatura dentro y fuera de la maqueta durante el período de investigación. Se midió la temperatura exterior para tener una base comparativa y determinar si la temperatura interior proporciona un ambiente cómodo en comparación con la temperatura ambiente.

En resumen, se analizó la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la maqueta para evaluar el confort térmico de la maqueta.

**Figura 19:** *Temperaturas exteriores e interiores de la maqueta*

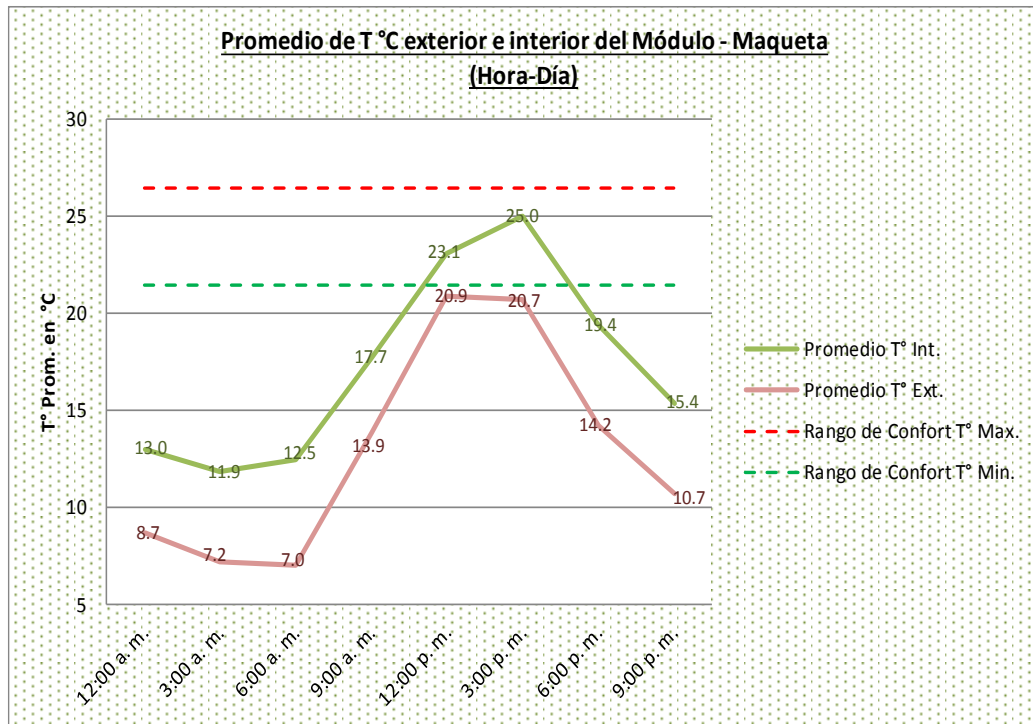


**Fuente:** *Elaboración propia*

La Fuente: muestra la variación de la temperatura en diferentes intervalos de tiempo (horas) por ocho días de medición, tanto en el interior de la maqueta como en el exterior; la temperatura exterior oscila ente 4.1 °C y 28,528.5 °C y la temperatura interior de maqueta oscila ente 8.0 °C y 29.0 °C.

Se observa que la temperatura en el interior de la vivienda típica es más estable y se acerca más a la zona de confort que la temperatura exterior.

**Figura 20:** Promedio de temperatura exterior e interior de la maqueta



**Fuente:** *Elaboración propia*

En la Fuente se puede ver la comparación entre las temperaturas promedio en °C dentro y fuera de la maqueta, así como sus diferencias. También podemos observar gráficamente que la temperatura exterior es más variable y extremadamente fría; con una temperatura crítica de 7.0 °C y una temperatura máxima de 20.9 °C. Por otro lado, la temperatura promedio en el interior de la maqueta oscila entre 11.9 °C y 25.0 °C, por ende, la temperatura dentro de la maqueta es más cómoda que la del exterior.

- g. Comparativo: Porcentual y aritmético entre los promedios de las temperaturas exteriores e interiores de la vivienda típica de Amantaní y la maqueta.

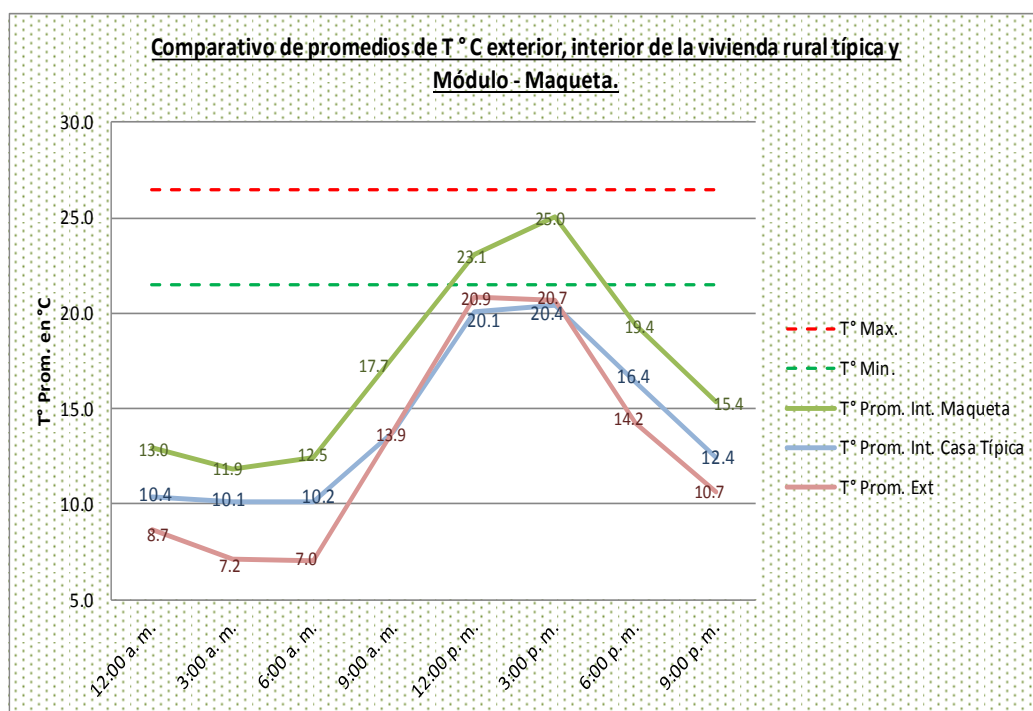
**Tabla 24:** *Comparativo de promedio de temperaturas del exterior e interior de la vivienda rural típica de Amantaní y de la maqueta.*

Horas	12:00 a. m.	3:00 a. m.	6:00 a. m.	9:00 a. m.	12:00 p. m.	3:00 p. m.	6:00 p. m.	9:00 p. m.
T° Max.	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5
T° Min.	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5
T° Prom. Int. Maqueta	13.0	11.9	12.5	17.7	23.1	25.0	19.4	15.4
T° Prom. Int. Casa Típica	10.4	10.1	10.2	13.8	20.1	20.4	16.4	12.4
T° Prom. Ext	8.7	7.2	7.0	13.9	20.9	20.7	14.2	10.7

**Fuente:** *Elaboración propia*

La Tabla 24 muestra los promedios de las temperaturas registradas al exterior, interior de la vivienda típica de Amantaní, así como al interior de la maqueta, con el objetivo de determinar si la maqueta ofrece un nivel de confort térmico adecuado que garantice la comodidad y calidad de vida de los residentes de Amantaní, en comparación con el grupo de control (vivienda típica de Amantaní).

**Figura 21:** Comparativo de los promedios de las temperaturas registradas en el exterior, interior de la vivienda típica de Amantaní y la maqueta.



**Fuente:** Elaboración propia

En la Figura se observa el comportamiento del promedio de las temperaturas registradas en diferentes horarios del día, haciendo un comparativo entre la temperatura exterior e interior de la vivienda típica y la maqueta, donde se puede observar que la temperatura exterior es muy variable y generalmente está por debajo de la temperatura de una vivienda típica de la zona y de la maqueta, excepto entre las 9:30 am y 3:00 pm., horario en que se encuentran sobre la vivienda típica de la zona.

En cuanto a la temperatura de la maqueta, está siempre se halla sobre la temperatura de una vivienda típica, llegando entre las 9 am y 4 pm a la

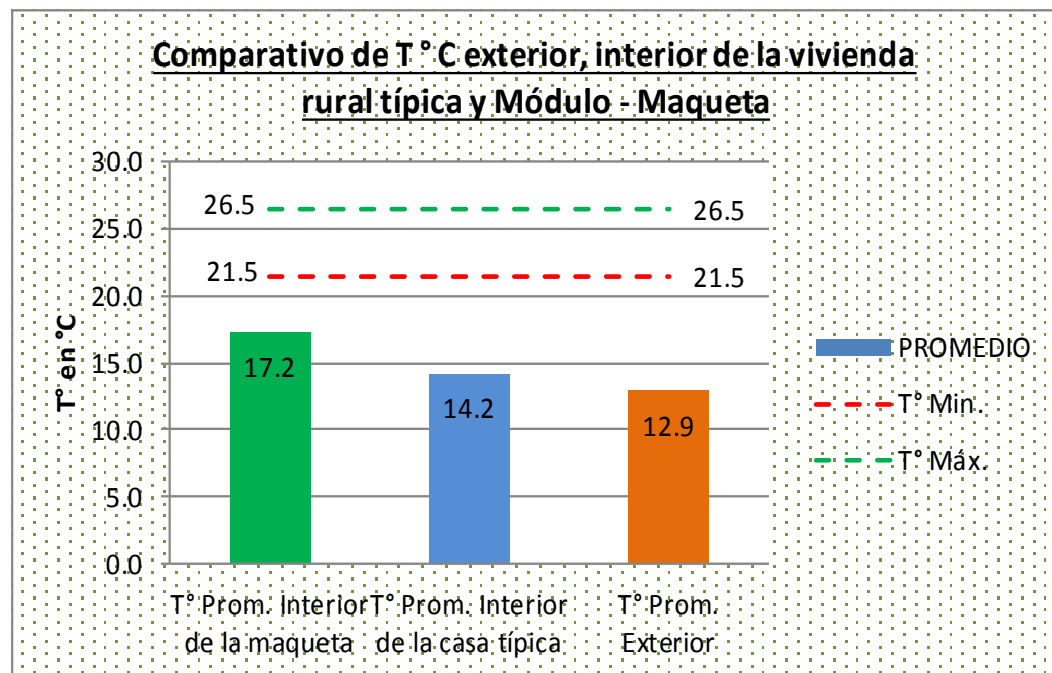
temperatura confort que está entre los rangos de 21.5 °C - 26.5 °C según la norma ISSO 7730.

**Tabla 25:** *Comparativo de temperatura promedio exterior, interior de la vivienda típica e interior de la maqueta.*

PROMEDIO	PROMEDIO	T° Min.	T° Máx.
T° Prom. Interior de la maqueta	17.2	21.5	26.5
T° Prom. Interior de la casa típica	14.2	21.5	26.5
T° Prom. Exterior	12.9	21.5	26.5

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura 22:** *Comparativo entre temperatura promedio exterior, interior de la vivienda típica e interior de la maqueta.*



**Fuente:** *Elaboración propia*

En la Tabla 25 y Figura muestran que la temperatura promedio exterior es de 12.9 °C, la temperatura promedio interior de la vivienda

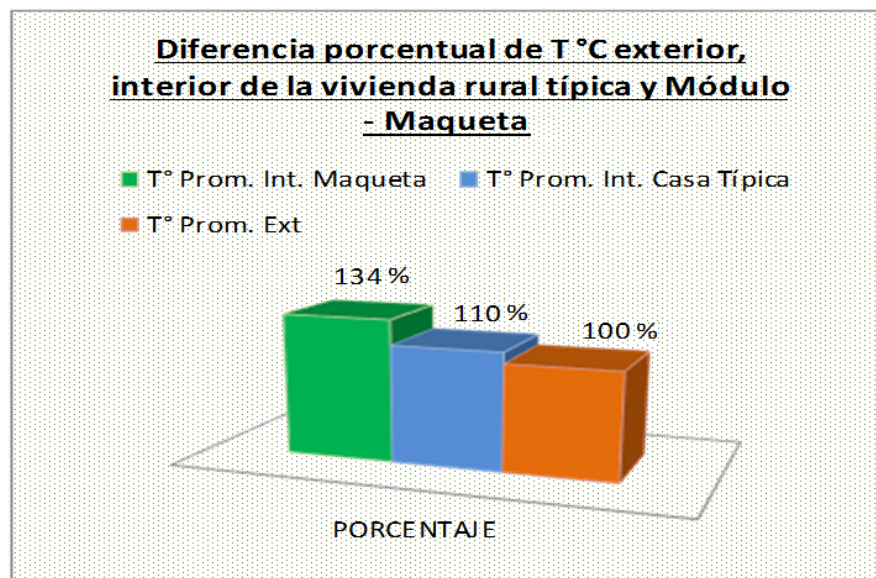
típica es de 14.2 °C mientras que en la maqueta la temperatura promedio interior es de 17.2 °C.

**Tabla 26:** *Diferencia porcentual entre las temperaturas*

PROMEDIO	PROMEDIO	PORCENTAJE
T° Prom. Interior de la maqueta	17.2	134%
T° Prom. Interior de la casa típica	14.2	110%
T° Prom. Exterior	12.9	100%

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura 23:** *Diferencia porcentual entre la temperatura exterior, interior de la vivienda típica e interior de la maqueta.*



**Fuente:** *Elaboración propia*

Según la Tabla 26 y Figura , se puede concluir que la temperatura de la maqueta mejora en un 34 % en comparación con la temperatura externa y en un 23 % en comparación con la temperatura interna de la vivienda típica de adobe en Amantaní. Por lo tanto, se estima que las viviendas hechas con botellas PET rellenas con plástico ofrecen mejor confort que las viviendas rurales típicas de adobe en Amantaní.

#### 4.5. Discusión de resultados

Respecto al objetivo específico: *Determinar las propiedades físicas y mecánicas de las botellas PET llenadas con plástico*, se han fabricado ladrillos ecológicos utilizando botellas de PET rellenas de plástico, estos ladrillos fueron llevados a un laboratorio para ser sometidos a pruebas y cálculos de masa, volumen, densidad, aislamiento térmico y acústico con el propósito de analizar su comportamiento como ladrillos ecológicos.

Para calcular el volumen de un objeto sólido con una forma irregular como es el caso del ladrillo ecológico de PET relleno de plástico, se utilizó el principio de Arquímedes que consiste en medir el volumen de agua desplazada por el objeto en cuestión y de esta forma, se pudo obtener el volumen exacto del ladrillo ecológico, así como su densidad y masa específica. Los resultados obtenidos indicaron un volumen promedio de 2.52 litros, una masa promedio de 648.47 g y una densidad promedio de 257.10 g/l.

Por otro lado, (6) en su artículo científico titulado: “Eco - ladrillos un sustituto sostenible de los materiales de construcción”, elaboró ladrillos ecológicos usando botellas de PET rellenas de distintos materiales como papel, cartón, tetrapak y metal, con una densidad que varió entre 398.1 kg/m<sup>3</sup> y 553.9 kg/m<sup>3</sup>; con un volumen de 238 cm<sup>3</sup>. Sin embargo, las densidades obtenidas en este estudio fueron menores a las reportadas por Antico en 2017, posiblemente debido a que en su investigación se utilizaron materiales de mayor densidad que el plástico.

Para el aislamiento acústico y basándonos en los datos recopilados por el sonómetro se procedió a su interpretación y representación gráfica mediante tablas y gráficos con el fin de establecer parámetros comparativos en cada ensayo y en los distintos horarios medidos (6:00 a.m., 12:00 p.m. y 6:00 p.m.) en un periodo de 12 minutos, además, se midió la temperatura ambiente en esas mismas horas, obteniéndose valores de 13 °C, 22.1 °C y 12.5 °C. Los resultados indicaron que el muro construido con ladrillos ecológicos rellenos de PET reciclado actuó como un aislante acústico efectivo, reduciendo significativamente la transmisión de sonido a través del mismo. Particularmente, se evidenció una variación en la presión sonora entre el emisor y el receptor con una aislación acústica promedio de 18.60 (dB A), mientras que el emisor registró un nivel de 75.95 (dB A) y el receptor de 57.35 (dB A). Estos resultados



sugieren que los ladrillos ecológicos pueden ser una solución viable para mejorar el aislamiento acústico en construcciones.

Respecto al resultado anterior, (27), realizaron pruebas acústicas en diferentes tipos de adobe, incluyendo el adobe tradicional y adobe con 5 %, 10 % y 15 % de aserrín añadido, los resultados indican que estas construcciones pueden proporcionar un aislamiento acústico mínimo de 40 dBA para viviendas. El muro con mayor aislamiento acústico es el que contiene una mezcla de adobe con un 15 % de aserrín y EPS, superando los valores normados en un 11.72 % y 17.61 % en comparación al muro elaborado con adobe tradicional.

Nuestros resultados se asemejan a los ya citados, reduciendo en un 24 % de aislación acústica.

En relación al objetivo específico: *Alternativa de solución a la contaminación ambiental ocasionado por botellas PET y plástico.*

En este estudio se propone una solución viable para disminuir la contaminación ambiental generada por las botellas de PET y plástico. Se sugiere reciclar estos materiales y utilizarlos en la fabricación de ladrillos ecológicos para construir viviendas típicas en la zona de Amantaní, para llevar a cabo este proyecto se elaboró un plano de vivienda típica de 6 x 3.5, el cual requiere de 2,671.00 unidades de botellas PET y 1,575.89 Kg. de plástico reciclado.

Según el estudio de caracterización de Amantaní, (8) en el 2022 se generaron en el distrito 1601 Kg de plástico. Dando como resultado la reducción en la generación de PET y plástico en un 63 % y 99 % respectivamente, demostrando que esta solución alternativa es altamente eficiente en la lucha contra la contaminación ambiental y puede resolver el problema identificado en el estudio de caracterización de Amantaní.

(39), en su revista que titulada: “Del bote al muro: construcción con botellas de PET”, menciona que necesitaron alrededor de 15 mil botellas de PET para construir una vivienda de 64 m<sup>2</sup>, las cuales fueron rellenas con tierra compacta. En nuestro proyecto, se usó una cantidad menor de botellas de PET ya que el área de construcción es más pequeña en comparación con la cantidad utilizada por Alina Velásquez.

En relación al objetivo específico: *Promover el aprovechamiento y reutilización de las botellas PET y plástico en construcción sostenible en Amantaní.*

Durante esta investigación se llevaron a cabo charlas de sensibilización ambiental en la zona de Amantaní con el objetivo de fomentar el reciclaje, así como la reutilización de botellas PET y plástico en construcciones sostenibles.

Estas charlas abordaron temas como la cultura ambiental, el reciclaje, las construcciones sostenibles y la degradación de botellas PET y plástico. Se realizaron encuestas antes y después de las charlas para evaluar el conocimiento y la conciencia ambiental de los asistentes en relación con estos temas.

Antes de las charlas solo el 20 % de los 75 encuestados en las 10 comunidades tenía conocimiento sobre reciclaje y el 92 % de ellos estaban dispuestos a construir una vivienda con botellas PET y plástico reciclado; en las instituciones de primaria y secundaria el 89 % de los 65 encuestados ya conocía sobre reciclaje y el 91 % estaría dispuesto a construir una vivienda con botellas PET y plástico reciclado. En conclusión, el 72 % de los asistentes mostraron tener conocimientos sobre cultura ambiental.

Después de la realización de las charlas de sensibilización ambiental se evaluaron los resultados de las encuestas realizadas en 10 comunidades con un total de 120 asistentes encuestados, donde el 96 % de los encuestados tenía conocimiento sobre el reciclaje y el 98 % de ellos estaban dispuestos a utilizar botellas PET y plástico reciclado en la construcción de viviendas. Asimismo, se realizaron encuestas en instituciones educativas de primaria y secundaria con un total de 68 asistentes encuestados donde el 94 % conocía sobre reciclaje y el 99 % estaba dispuesto a construir viviendas con botellas PET y plástico reciclado.

Por lo tanto, se puede afirmar que las charlas de sensibilización ambiental fueron efectivas al aumentar el conocimiento sobre cultura ambiental en la población de Amantaní. La diferencia entre el nivel de conocimiento antes y después de las charlas fue significativa con una mejora del 26 % en la conciencia ambiental. Antes de las charlas solo el 58 % de la población conocía sobre cultura ambiental, después este porcentaje aumentó a un 84 %. Estos resultados indican que las charlas fueron un medio eficaz para aumentar el conocimiento y la conciencia ambiental en la comunidad de Amantaní.

Por su parte (22) en su tesis titulada: ‘Programa de gestión de residuos sólidos para contribuir al desarrollo de la actividad turística en el distrito de San Miguel

del Faique - 2019”, pusieron en marcha diversas iniciativas educativas sobre el medio ambiente destinadas a la población y las autoridades del distrito el Faique con el fin de promover prácticas adecuadas para el manejo de los residuos sólidos. Su objetivo principal fue incentivar a todos los implicados, incluyendo la población local, autoridades y turistas, a que adopten hábitos responsables en la gestión de residuos en los sitios turísticos del distrito. Para garantizar la calidad del proyecto en mención, se sometió la propuesta a la validación de tres expertos en la materia, quienes evaluaron la iniciativa en base a su amplia experiencia y conocimientos profesionales.

Respecto al objetivo específico: *Resultados del diseño del prototipo de vivienda para la construcción sostenible a esc: 1/5*. Se elaboró una maqueta a escala 1/5 con el fin de evaluar la temperatura interior y el aislamiento acústico de una vivienda típica de Amantaní.

La región de Puno en el Perú es conocida por sus temperaturas extremas en los meses de junio, julio y agosto debido a su elevada altitud y las mediciones se realizaron en enero, febrero y marzo de 2023 debido a los plazos de ejecución del estudio. A pesar de ello, los resultados del estudio son válidos ya que se comparó la temperatura interior con la temperatura exterior, mostrando notables diferencias entre ambas. Las mediciones se realizaron en diferentes horarios en un período de ocho días para evaluar el comportamiento de la temperatura interior de la maqueta en comparación con una vivienda típica de la zona.

Se compararon las temperaturas promedio dentro y fuera de la vivienda típica de Amantaní, lo que mostró que la temperatura interior es más cómoda que la exterior, oscilando entre 10.1 °C y 20.4 °C, además, se compararon las temperaturas promedio dentro y fuera de la maqueta y se observó que la temperatura interior de la maqueta era más cómoda que la exterior, oscilando entre 11.9 °C y 25.0 °C.

Se concluyó que la temperatura en la maqueta era un 34 % mejor que la temperatura exterior y un 23 % mejor que la temperatura interior de la vivienda típica de adobe en Amantaní. Por lo tanto, las viviendas construidas con botellas PET rellenas de plástico ofrecen un mayor confort que las viviendas rurales típicas de adobe en Amantaní.

Similar al estudio realizado, (38) encontró resultados parecidos en cuanto a la evaluación de los parámetros bioclimáticos y observó que la HRi (Humedad

Relativa interior) de la vivienda rural típica es del 59 %, mientras que la HRi del Módulo de VRB alcanza el 56 %, siendo este valor más cercano al rango de humedad relativa de confort (40 % - 60 %) según la norma Estándar 55 ASHRAE, pese a que la HRi externa es del 52 %. Por otro lado, la temperatura exterior registrada fue de 13.7 °C, mientras que en el interior de la vivienda rural típica de adobe fue de 15 °C y en el interior del Módulo de VRB fue de 18.8 °C.

## CONCLUSIONES

1. Se han evaluado las características físicas y mecánicas del ladrillo ecológico incluyendo su peso promedio de 648.47g, un volumen de 2.52 litros y una densidad de 257.10 g/l. Estas mediciones proporcionan información valiosa sobre la composición del ladrillo y pueden ser útiles para comprender su desempeño en aplicaciones de construcción sostenible. En lo que respecta al ensayo de aislamiento acústico, se ha comprobado que el muro de ladrillo ecológico es capaz de aislar el 24 % de la presión sonora, lo que demuestra su eficacia como material de construcción en términos de aislamiento acústico.
2. La solución propuesta para abordar la contaminación ambiental causada por las botellas PET y plástico consistió en reciclar y reutilizar estos materiales para fabricar ladrillos ecológicos los cuales fueron llevados a un laboratorio donde se evidenció las buenas características en términos de resistencia, aislamiento acústico y térmico. Teniendo en cuenta estas propiedades se puede construir viviendas rurales sostenibles típicas de la zona (Amantaní). Se realizaron cálculos matemáticos y se determinó que se necesitan 2,671.00 botellas PET y 1,575.89 Kg de plástico para construir una vivienda típica de la zona (según plano). Al utilizar estas cantidades para la construcción de viviendas se logra reducir la generación de PET y plástico en un 63 % y 99 % respectivamente. Por lo tanto, esta alternativa proporciona una solución viable a la generación de residuos de PET y plástico en el distrito de Amantaní.
3. Se llevaron a cabo charlas de concientización sobre el reciclaje, reutilización y construcciones sostenibles de botellas PET y plástico para fomentar su aprovechamiento y reutilización, las cuales, tenían como objetivo crear conciencia sobre la contaminación ambiental causada por el uso de botellas PET y plástico, especialmente en una isla turística como Amantaní. Se realizaron encuestas antes y después de las charlas en las 10 comunidades e instituciones primarias y secundarias del distrito de Amantaní. Antes de las charlas de sensibilización ambiental en las 10 comunidades de Amantaní, solo el 44 % de la población encuestada conocía sobre cultura ambiental; mientras que, en las instituciones

primarias y secundarias el 72 % sabía sobre este tema. Después de las charlas se realizó otra encuesta y se encontró que, el 83 % de la población encuestada en las 10 comunidades conoce sobre cultura ambiental y el 84 % de las instituciones primarias y secundarias conoce sobre este tema. En general estos resultados mostraron que hubo un aumento del 26 % en la conciencia ambiental después de las charlas. Así también, el 98 % de la población encuestada está dispuesta a reciclar y construir viviendas sostenibles con botellas PET y plástico.

4. Se realizó un prototipo de vivienda con botellas PET rellenas con plástico a Esc.: 1/5 donde se ha medido la temperatura interior para hacer una comparación con una casa típica de la zona. La temperatura de la maqueta mejora en un 34 % en comparación con la temperatura externa y en un 23 % en comparación con la temperatura interna de la vivienda típica de adobe en Amantaní. Por lo tanto, se concluye que una casa construida con botellas PET rellenas de plástico tiene una mejor capacidad térmica que una casa típica de la zona construida con adobe.

## RECOMENDACIONES

1. Investigar más sobre las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos con PET y plástico para determinar cómo se pueden mejorar para cumplir con los estándares de calidad y seguridad de la construcción.
2. Desarrollar nuevas técnicas de producción y diseño de ladrillos ecológicos para reducir la cantidad de residuos y aumentar la eficiencia del proceso.
3. Evaluar el costo - beneficio y la viabilidad económica de la producción de ladrillos ecológicos con PET y plástico en comparación con los ladrillos tradicionales de arcilla y cemento.
4. Fomentar la educación y concientización sobre la importancia de la gestión adecuada de residuos y el uso de materiales reciclados en la construcción.
5. Trabajar en colaboración con los gobiernos locales y las empresas de construcción para promover la adopción y uso de ladrillos ecológicos en la construcción de viviendas.
6. Continuar investigando y experimentando con diferentes materiales reciclados para la producción de ladrillos ecológicos con el objetivo de reducir el impacto ambiental de la construcción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *Nuevo material sustentable: ladrillos ecológicos a base de residuos inorgánicos.* **GARECA, Mireya.** 21, Sucre : Tecnología e innovación, 2020, Vol. 18.
2. *A million bottles a minute: world's plastic binge as dangerous as climate change.* **LAVILLE, Sandra y TAYLOR, Matthew.** s.l : The Guardian, 2019.
3. **HOORNWEG, Daniel y BHADA, Perinas.** *What a Waste A Global Review of Solid Waste Management.* Washington : The world bank, 2012.
4. **MIMAN, Ministerio del Ambiente.** *El plástico representa el 10 % de todos los residuos que generan el Perú.* Lima: s.n., 2018.
5. **HUIMAN, Alberto.** *Hacia dónde va el reciclaje en Perú.* Lima : Inte-ucp, 2017.
6. **ANTICO, Federico, y otros.** *Ecoladrillos: un sustituto sostenible de los materiales de construcción.* Chile : s.n., 2017.
7. **YUCRA, Marcelino.** *Amantani en Titikaka.* Puno : s.n., 2007.
8. **CCALLI, Luz.** *Estudio de caracterización de residuos sólidos - Amantani.* Puno : s.n., 2021.
9. **CASTRO, Jeanmpierre y otros.** *Sustainable Construction through Characterization of PET Bricks in Urban Areas.* Lima : Foro de Ciencia, 2021.
10. **APAZA, Jose, y otros.** *Viabilidad de implementación de un ladrillo ecológico compuesto de PET y cenizas de pollerías en el contexto de Tacna - Perú.* 2021.
11. **MOLINA, Schirley, VIZCAINO, Adriana y RAMÍREZ , Freddy.** *Estudio de las características físico - mecánicas de ladrillos elaborados con plástico reciclado en el municipio de Acacias (META).* Acacias : Ciencia Unisalle, 2007.
12. **MOYA, Juan, CEVALLOS, Esteban y ENDARA, Erick.** *La construcción sostenible a partir del empleo de ladrillos tipo PET.* Quito : s.n., 2018.
13. **TAAFFE, Jonathan y otros.** *Experimental characterisation of polyethylene terephthalate (PET) bottle Eco-bricks.* 2014.
14. **RODRIGUES, Tulane y otros** *Technological Characterization of PET - Polyethylene - Added Soil - Cement Bricks.* s.l : Rossana Bellopede, 2021. Vols. Materials 2021, 14(17), 5035.
15. **LIMAMI, Houssame, y otros.** *LIMAMI, Houssame; MANSThermal performance of unifired lightweight clay bricks with HDPE & PET waste plastics additives.* 2019.



16. **IKECHUKWU, Frank y SHABANGU, Celumusa.** *Green - efficient masonry bricks produced from scrao plastic waste and foundry sand.* s.l. : Case Studies in Construction Materials, 2021. Vol. Volume 14.
17. **ALTADILL, Ramón y otros.** *Resiclaje de residuos industriales .* Madrid : Dias de Santos, 2012.
18. **BIANUCCI, Mario.** *El ladrillo orígenes y desarrollo.* Chaco : s.n., 2009.
19. **ASCENCIÓN, Nieves y ORTIZ, Victor.** *Fabricación de ladrillos ecológicos.* México : Alicia Marinez Bravo, 2018.
20. **RIVERA, Magdalena.** *Residuos sólidos: problema, conceptos básicos y algunas estrategias de solución.* Colombia : Revista gestión & región, 2008.
21. **HEISSE, Susanna.** Sistema constructivo pura vida. [En línea] 15 de Setiembre de 2015. [https://issuu.com/basurillas/docs/manual\\_de\\_sistema\\_constructivo](https://issuu.com/basurillas/docs/manual_de_sistema_constructivo).
22. **HUANCAS, Mercy y LÓPEZ, Mercy.** *programa de gestión de residuos sólidos para contribuir al desarrollo de la actividad turística en el distrito de san miguel del faique - 2019.* Chiclayo : s.n., 2020.
23. **SEISDEDOS, María.** *Regla de las tres erres ecológicas: Reducir, reutilizar, reciclar.* [En línea] 2014. <https://www.ifeelmaps.com/blog/2014/07/regla-de-las-tres-erres-ecologicas--reducir--reutilizar--reciclar>.
24. **UPTON, Simon.** *The Future of the Green Growth Paradigm.* 2015.
25. *vision ecobrick guide.* **MAIER, Rusell y BAKISAN, Irene.** s.l. : ecobrick.org, 2014, Vol. 21.
26. **LIU, Henry.** SBIR Phase I: Compacting Fly Ash to Make Bricks. [En línea] 2005. <https://www.sbir.gov/sbirsearch/detail/170199>.
27. **PINO, Holguer.** *La adición de aserrín y poliestireno en la elaboración de bloques de adobe para viviendas unifamiliares y su efecto en la variación de temperatura y acondicionamiento acústico en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua.* Ecuador : s.n., 2019.
28. **AMPUERO, Alessandra y ROMERO, Patricia.** *Patricia; Parámetros físicos y mecánicos de ladrillos ecológicos hechos a base de material reciclado (plástico PET) para Construcción: Una Revisión.* Lima: s.n., 2020.
29. **GULPATIL, Ravi, y otros.** *Utilization of Plastic Waste in Foundry Sand Bricks.* 2017.
30. **GONZALES, Roberto.** *Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de concreto*

*con la incorporación de PET en diferentes porcentajes. 2016.*

31. **ARRIETA, Javier y PEÑAHERRERA, Enrique.** *FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO.* 2001.
32. **LAKSHMI, R y NAGAN, S.** *Investigations on durability characteristics of e-plastic waste incorporated concrete.* 2011.
33. **BARRIENTOS, Katia.** *Beneficios socioeconómicos y ecológicos del turismo en la isla de Amantaní - Perú.* 2014.
34. **ASUAD, Normand y VAZQUEZ, Cristina.** *Marco lógico de la investigación científica.* 2014.
35. **LOZADA, José.** *Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industrial.* Ecuador : Ciencia América, 2014.
36. **GARCIA, Mari y GARCIA, Manuel.** *Los métodos de investigación.* 2007.
37. **HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María.** *Metodología de la investigación.* México : Mcgraw-hill / interamericana editores, s.a. de c.v, 2010.
38. **TICONA, Juvenal y VILCA, Henry.** *Vivienda rural bioclimatizada para mejorar el confort térmico en la zona altoandina.* Puno : 9786125069115, 2022.
39. **VELÁZQUEZ, Alina.** *Del bote al muro: construcción con botellas de PET.* 2022.

# **ANEXOS**

**Anexo 01: Matriz de consistencia**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema general ¿De qué manera influye la caracterización del ladrillo ecológico con material reciclable PET y plásticos para construcción sostenible en distrito de Amantani, Puno - 2022?	Objetivo general Determinar la caracterización del ladrillo ecológico con material reciclable PET y plásticos para construcción sostenible en distrito de Amantani, Puno - 2022.	Hipótesis general La caracterización del ladrillo ecológico con material reciclable PET y plásticos para construcción sostenible en distrito de Amantani, Puno - 2022.	<b>INDEPENDIENTE</b> Caracterización del ladrillo ecológico con material reciclable PET y plásticos para construcción sostenible en distrito de Amantani.	* Caracterizar el ladrillo ecológico	* Ensayo aislamiento térmico (°C) * Ensayo de aislamiento acústicos (dB A)	* Fichas técnicas de Ensayo Laboratorio * Sonómetro * Termohigrómetro digital
<b>Problemas específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>		* Propiedades físicas y mecánicas de las botellas PET	* Masa del ladrillo ecológico (kg) * Densidad del ladrillo ecológico (m3/kg) * Volumen del ladrillo ecológico (m3)	* Fichas técnicas de Ensayo Laboratorio * Cálculos matemáticos * Probetas * Balanza electrónica
¿Cómo determinar las propiedades físicas y mecánicas de las botellas PET llenados con plástico?	Determinar las propiedades físicas y mecánicas de las botellas PET llenados con plástico.	Se determina las propiedades físicas y mecánicas de las botellas PET llenados con plástico.		* Alternativa de solución a la contaminación	* Cantidad de botellas PET (und) * Cantidad de plásticos (kg)	* Ficha de cálculos * Cálculos matemáticos
¿Cómo dar una alternativa de solución a la contaminación ambiental ocasionado por las botellas PET y plástico?	Dar una alternativa de solución a la contaminación ambiental ocasionado por las botellas PET y plástico.	Da una alternativa de solución a la contaminación ambiental ocasionado por las botellas PET y plástico.		* Aprovechamiento y reutilización	* Charlas de sensibilización ambiental a la población de Amantani (%)	* Boletines informativos * Encuestas
¿Cómo promover el aprovechamiento y reutilización de las botellas PET y plástico en construcción sostenible en Amantani?	Promover el aprovechamiento y reutilización de las botellas PET y plástico en construcción sostenible en Amantani.	Promueve el aprovechamiento y reutilización de las botellas PET y plástico en construcción sostenible en Amantani.				
¿Cómo realizar el diseño del prototipo de vivienda para la construcción sostenible a Esc: 1/5?	Realizar el diseño del prototipo de vivienda para la construcción sostenible a Esc: 1/5.	Se realiza el diseño del prototipo de vivienda para la construcción sostenible a Esc: 1/5.	<b>DEPENDIENTE</b> Diseño del prototipo de vivienda para la construcción sostenible.	* Diseño del prototipo de vivienda	* Plano arquitectónico (Esc) * Maqueta del prototipo de vivienda (Esc)	* Software AutoCAD * Maqueta a escala 1/5

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables**

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Caracterización del ladrillo ecológico con material reciclable PET y plásticos para construcción sostenible en distrito de Amantaní.	Un ladrillo ecológico se compone de una botella PET rellena con plásticos reciclados, debidamente limpios y secos, con el fin de crear un bloque duradero y sostenible. Estos ladrillos se emplean en la edificación de viviendas.	Un ladrillo ecológico que cumpla las características básicas para la construcción sostenible.	* Caracterizar el ladrillo ecológico	* Ensayos de aislamiento acústicos * Ensayo de aislamiento térmico	* dB A * °C	TIPO DE INVESTIGACIÓN Aplicado con efecto cuantitativo alcance explicativo NIVEL DE INVESTIGACIÓN Correlacional explicativo ENFOQUE Cuantitativo DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Cuasi - experimental POBLACIÓN Botellas PET y bolsas plásticos del distrito de Amantaní MUESTREO Probabilístico MUESTRA 2671 botellas PET y 1591.92 kg de plástico TÉCNICA Ensayo de laboratorio INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN Ficha técnica FICHAS DE RECOLECCIÓN Fichas de laboratorio
			* Propiedades físicas y mecánicas de las botellas PET	* Masa del ladrillo ecológico * Volumen del ladrillo ecológico * Densidad del ladrillo ecológico	* g * L * g/L	
			* Alternativa de solución a la contaminación	* Cantidad de botellas PET * Cantidad de plásticos	* und * kg	
			* Aprovechamiento y reutilización	* Charlas de sensibilización a la población	* %	
Diseño del prototipo de vivienda para la construcción sostenible.	Se refiere al diseño de una vivienda sostenible reutilizando botellas pet rellenos con plástico como ladrillo ecológico en el proceso de diseño y construcción.	Aquel sistema que genere seguridad y un ambiente interior con temperatura agradable.	* Diseño del prototipo de vivienda	* Plano arquitectónico * Maqueta del prototipo de vivienda	* escala	

Fuente: *Elaboración propia*

Anexo 04: Resultados de los ensayos de laboratorio



**TRIPLE GEO S.R.L.** LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO  
 Calidad y Experiencia Geología · Geofísica · Geotecnia

**FICHA TÉCNICA DE MONITOREO DE RUIDO**

PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO CON MATERIAL RECICLABLE PET Y PLÁSTICO  
 PARA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN DISTRITO DE AMANTANI, PUNO 2022  
 SOLICITANTE : BACHILLER. CCALLI RAMÍREZ LUZ MARY  
 BACHILLER. FERNÁNDEZ BUSTINZA JULIO ALEJANDRO  
 FECHA : 5 DE MARZO DEL 2023

I.- UBICACIÓN DEL MONITOREO		
DEPARTAMENTO. PUNO / PROVINCIA. PUNO / DISTRITO. AMANTANI		
CORDENADAS UTM, ESTE: 423583.00	NORTE: 8269130.0	ALTITUD: 3883 m

II.- PUNTOS DE MONITOREO						
Tiempo (min)	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
	Hora: 6:00 am		Hora: 12:00 pm		Hora: 6:00 pm	
	T°C: 13.00		T°C: 22.10		T°C: 12.5	
	Nivel de presión sonora decibeles (dB A)		Nivel de presión sonora decibeles (dB A)		Nivel de presión sonora decibeles (dB A)	
	Emisor (dB A)	Receptor (dB A)	Emisor (dB A)	Receptor (dB A)	Emisor (dB A)	Receptor (dB A)
0:00:00	76.50	57.30	77.10	59.10	74.20	55.20
0:01:00	75.70	56.80	77.90	59.30	75.40	57.50
0:02:00	73.40	56.20	78.50	58.80	76.50	59.50
0:03:00	76.80	59.30	78.10	58.40	76.20	59.10
0:04:00	74.50	57.10	76.40	57.90	73.90	56.80
0:05:00	74.10	56.00	75.70	56.90	75.20	57.40
0:06:00	74.90	56.60	75.10	57.20	76.10	57.50
0:07:00	73.90	56.40	76.20	57.80	74.90	57.10
0:08:00	75.10	57.20	76.40	58.10	76.70	57.90
0:09:00	75.80	57.30	74.90	57.30	75.90	57.80
0:10:00	76.20	57.60	75.60	57.90	77.20	58.50
0:11:00	74.80	56.90	76.70	59.10	76.90	58.10
0:12:00	76.60	57.50	77.30	59.50	76.10	57.40

III.- ZONIFICACIÓN SEGÚN ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)		
VALORES MÁXIMOS EN EL ECA		
HORARIOS	DIURNO	NOCTURNO
ZONA INDUSTRIAL	80 dB A	70 dB A
ZONA COMERCIAL	70 dB A	60 dB A
ZONA RESIDENCIAL	60 dB A	50 dB A



*Elizabeth Ccoapa Gordillo*  
**Elizabeth Ccoapa Gordillo**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 CIP 121359



**FICHA TÉCNICA DE CALCULO DE VOLUMEN Y DENSIDAD**

**PROYECTO** : CARACTERIZACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO CON MATERIAL RECICLABLE PET Y PLÁSTICO PARA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN EL DISTRITO DE AMANTANI, PUNO 2022  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. CCALLI RAMÍREZ LUZ MARY  
 FERNÁNDEZ BUZTINZA JULIO ALEJANDRO  
**UBICACIÓN** : COORDENADAS UTM,ESTE: 423583.00 NORTE: 8269130.0 ALTITUD: 3883m  
**FECHA** : 24 DE FEBRERO DEL 2023

**II.- OBJETIVOS**

- \* Aplicar el principio de arquimides para determinar el volumen del ladrillo ecológico (Pet relleno de plastico).
- \* Calcular la masa del ladrillo ecológico mediante la balanza electronica.
- \* Calcular la densidad mediante la formula: Densidad = masa / volumen

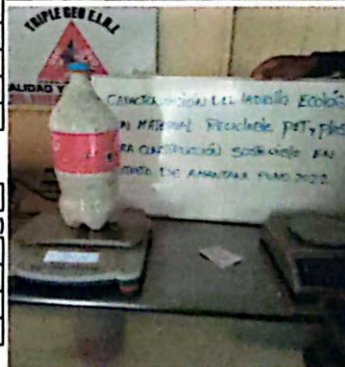
**Ensayo de calculo de masa**

MUERTA	ENSAYO 1 (g)	ENSAYO 2 (g)	ENSAYO 3 (g)
MUESTRA 1	647.4	647.5	647.1
MUESTRA 2	648.6	648.2	648.4
MUESTRA 3	649.8	649.7	649.5
<b>Promedio</b>	<b>648.47 g</b>		



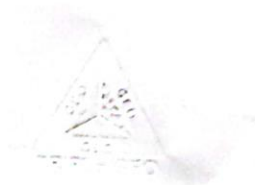
**Ensayo de cal. Volumen Principio de Arquimides**

MUERTA	ENSAYO 1 (L)	ENSAYO 2 (L)	ENSAYO 3 (L)
MUESTRA 1	2.52	2.51	2.52
MUESTRA 2	2.53	2.52	2.52
MUESTRA 3	2.53	2.52	2.53
<b>Promedio</b>	<b>2.52 L</b>		



**Calculo de densidad = masa / volumen**

MUERTA	ENSAYO 1 (g/L)	ENSAYO 2 (g/L)	ENSAYO 3 (g/L)
MUESTRA 1	256.90	257.97	256.79
MUESTRA 2	256.36	257.22	257.30
MUESTRA 3	256.84	257.82	256.72
<b>Promedio</b>	<b>257.10 g/L</b>		



## Anexo 05: Fichas de encuestas

Fecha: 12 / 12 / 2022

**Encuesta antes del taller de sensibilización**

Nombres y Apellidos: Patricio Quispe Cordero Institución: \_\_\_\_\_

- 1.- ¿Usted sabe ¿Qué es reciclaje?  
SI   
NO
- 2.- ¿Sabía que las botellas PET y Plástico se degradan entre los 200 a 400 años?  
SI   
NO
- 3.- ¿Estas interesado en el cuidado del medio ambiente?  
SI   
NO
- 4.- ¿Sabía usted que se puede reutilizar las botellas Pet y Plástico?  
SI   
NO
- 5.- ¿Cree usted que reciclando se reduce la contaminación ambiental?  
SI   
NO
- 6.- ¿Ha observado alguna vez una vivienda construida con PET y Plástico?  
SI   
NO
- 7.- ¿Construirías tu vivienda con botellas PET y plástico reciclado?  
SI   
NO

Fecha: 12 / 12 / 2022

**Encuesta antes del taller de sensibilización**

Nombres y Apellidos: William S. Juli Arboleda Institución: \_\_\_\_\_

- 1.- ¿Usted sabe ¿Qué es reciclaje?  
SI   
NO
- 2.- ¿Sabía que las botellas PET y Plástico se degradan entre los 200 a 400 años?  
SI   
NO
- 3.- ¿Estas interesado en el cuidado del medio ambiente?  
SI   
NO
- 4.- ¿Sabía usted que se puede reutilizar las botellas Pet y Plástico?  
SI   
NO
- 5.- ¿Cree usted que reciclando se reduce la contaminación ambiental?  
SI   
NO
- 6.- ¿Ha observado alguna vez una vivienda construida con PET y Plástico?  
SI   
NO
- 7.- ¿Construirías tu vivienda con botellas PET y plástico reciclado?  
SI   
NO

Fecha: 12 / 12 / 2022

**Encuesta antes del taller de sensibilización**

Nombres y Apellidos: Enrique Paucampira Curo Institución: \_\_\_\_\_

- 1.- ¿Usted sabe ¿Qué es reciclaje?  
SI   
NO
- 2.- ¿Sabía que las botellas PET y Plástico se degradan entre los 200 a 400 años?  
SI   
NO
- 3.- ¿Estas interesado en el cuidado del medio ambiente?  
SI   
NO
- 4.- ¿Sabía usted que se puede reutilizar las botellas Pet y Plástico?  
SI   
NO
- 5.- ¿Cree usted que reciclando se reduce la contaminación ambiental?  
SI   
NO
- 6.- ¿Ha observado alguna vez una vivienda construida con PET y Plástico?  
SI   
NO
- 7.- ¿Construirías tu vivienda con botellas PET y plástico reciclado?  
SI   
NO

Fecha: 12 / 12 / 2022

**Encuesta antes del taller de sensibilización**

Nombres y Apellidos: Yuri Edwin Callata Juli Institución: \_\_\_\_\_

- 1.- ¿Usted sabe ¿Qué es reciclaje?  
SI   
NO
- 2.- ¿Sabía que las botellas PET y Plástico se degradan entre los 200 a 400 años?  
SI   
NO
- 3.- ¿Estas interesado en el cuidado del medio ambiente?  
SI   
NO
- 4.- ¿Sabía usted que se puede reutilizar las botellas Pet y Plástico?  
SI   
NO
- 5.- ¿Cree usted que reciclando se reduce la contaminación ambiental?  
SI   
NO
- 6.- ¿Ha observado alguna vez una vivienda construida con PET y Plástico?  
SI   
NO
- 7.- ¿Construirías tu vivienda con botellas PET y plástico reciclado?  
SI   
NO

Fecha: 12 / 12 / 2022

**Encuesta antes del taller de sensibilización**

Nombres y Apellidos: Joseph Quispe Segundo Institución: \_\_\_\_\_

- 1.- ¿Usted sabe ¿Qué es reciclaje?  
SI   
NO
- 2.- ¿Sabía que las botellas PET y Plástico se degradan entre los 200 a 400 años?  
SI   
NO
- 3.- ¿Estas interesado en el cuidado del medio ambiente?  
SI   
NO
- 4.- ¿Sabía usted que se puede reutilizar las botellas Pet y Plástico?  
SI   
NO
- 5.- ¿Cree usted que reciclando se reduce la contaminación ambiental?  
SI   
NO
- 6.- ¿Ha observado alguna vez una vivienda construida con PET y Plástico?  
SI   
NO
- 7.- ¿Construirías tu vivienda con botellas PET y plástico reciclado?  
SI   
NO

Fecha: 12 / 12 / 2022

**Encuesta antes del taller de sensibilización**

Nombres y Apellidos: Antony Quispe Puma Institución: \_\_\_\_\_

- 1.- ¿Usted sabe ¿Qué es reciclaje?  
SI   
NO
- 2.- ¿Sabía que las botellas PET y Plástico se degradan entre los 200 a 400 años?  
SI   
NO
- 3.- ¿Estas interesado en el cuidado del medio ambiente?  
SI   
NO
- 4.- ¿Sabía usted que se puede reutilizar las botellas Pet y Plástico?  
SI   
NO
- 5.- ¿Cree usted que reciclando se reduce la contaminación ambiental?  
SI   
NO
- 6.- ¿Ha observado alguna vez una vivienda construida con PET y Plástico?  
SI   
NO
- 7.- ¿Construirías tu vivienda con botellas PET y plástico reciclado?  
SI   
NO

Fecha: 12 / 12 / 2022

**Encuesta antes del taller de sensibilización**

Nombres y Apellidos: Michael Callata Torres Institución: \_\_\_\_\_

- 1.- ¿Usted sabe ¿Qué es reciclaje?  
SI   
NO
- 2.- ¿Sabía que las botellas PET y Plástico se degradan entre los 200 a 400 años?  
SI   
NO
- 3.- ¿Estas interesado en el cuidado del medio ambiente?  
SI   
NO
- 4.- ¿Sabía usted que se puede reutilizar las botellas Pet y Plástico?  
SI   
NO
- 5.- ¿Cree usted que reciclando se reduce la contaminación ambiental?  
SI   
NO
- 6.- ¿Ha observado alguna vez una vivienda construida con PET y Plástico?  
SI   
NO
- 7.- ¿Construirías tu vivienda con botellas PET y plástico reciclado?  
SI   
NO

Fecha: 12 / 12 / 2022

**Encuesta antes del taller de sensibilización**

Nombres y Apellidos: Israel Rojas Quispe Institución: \_\_\_\_\_

- 1.- ¿Usted sabe ¿Qué es reciclaje?  
SI   
NO
- 2.- ¿Sabía que las botellas PET y Plástico se degradan entre los 200 a 400 años?  
SI   
NO
- 3.- ¿Estas interesado en el cuidado del medio ambiente?  
SI   
NO
- 4.- ¿Sabía usted que se puede reutilizar las botellas Pet y Plástico?  
SI   
NO
- 5.- ¿Cree usted que reciclando se reduce la contaminación ambiental?  
SI   
NO
- 6.- ¿Ha observado alguna vez una vivienda construida con PET y Plástico?  
SI   
NO
- 7.- ¿Construirías tu vivienda con botellas PET y plástico reciclado?  
SI   
NO



**Anexo 06:** Registro de asistencia de las charlas de sensibilización ambiental

**RELACIÓN DE PARTICIPANTES AL TALLER DE SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL DE LAS 10 COMUNIDADES DE AMANTANÍ 12/12/2022**

<b>N°</b>	<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>N°</b>	<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>
1	Valentín Quispe Quispe	39	Domingo Yucra Mamani
2	Francisco Juli Mamani	40	Yudy Celia Calsin Calsin
3	Eduardo Yucra Mamani	41	Luciano Quispe Juli
4	Sebastian Yanarico Quispe	42	Rodrigo Yanarico Pacompia
5	Emiliana Calsin Cari	43	Victoria Quispe Pacompia
6	Gladys Mamani Mamani	44	Yuri Mamani Mamani
7	Reynalda Ticona Aguilar	45	Juan Braulio Pacompia Cari
8	Alcelma Cari Quispe	46	Fortunata Mamani Cari
9	Aurora Pacompia Calsin	47	Juana Juli Yanarico
10	Flora Mamani Quispe	48	Martin Mamani Quispe
11	Jacinto Pacompia Quispe	49	Serapio Quispe Quispe
12	Ana Lucia Quispe Pacompia	50	Nolberto Calsin Cari
13	Gladis Quispe Yanarico	51	Ambrosio Calsin Cari
14	Epifania Quispe Mamani	52	Antonio Pacompia Yucra
15	Olga Calsin Borda	53	Alejandra Calsina Pacompia
16	Rene Huber Juli Quispe	54	Emiliana Calsin Mamani
17	Guillermo Yanarico Quispe	55	Ernesta Yucra Mamani
18	Rosalía Borda Mamani	56	Teodosia Quispe Cari
19	Libia Quispe Pacompia	57	Nolberto Calsin Cari
20	Rebeca Pacompia Quispe	58	Emiliana Quispe Mamani
21	Ilma Quispe Pacompia	59	Livia Cari Quispe
22	Irene Auria Mamani Yanarico	60	Juana Mamani Cari
23	Benita Yanarico Quispe	61	Rufino Cari Quispe
24	Nicolasa Mamani Juli	62	Basilia Calsin Quispe
25	Magda Quispe Mamani	63	Ruth Pacompia Pacompia
26	Lucia Quispe Mamani	64	Luisa Suaña Calsin
27	Flora Blanca Borda Yanarico	65	Alejandro Yanarico Calsin
28	Nancy Quispe Callata	66	Marisol Callata Mamani
29	Silvia Mamani Pacompia	67	Julián Antonio Quispe Mamani
30	Analin Calsin Cari	68	Ana María Juli Mamani
31	Basilia Yanarico Pacompia	69	Sebastián Yanarico Calsin
32	Jovita Yanarico Pacompia	70	Catalina Yanarico Mamani
33	Ruth Pacompia Pacompia	71	Henry Yanarico Quispe
34	Valeria Juli Suaña	72	Aurelia Quispe Yanarico
35	Emerenciana Quispe De Mamani	73	Madeluz Borda Mamani
36	Máxima Mamani Calsin	74	Marleni Quispe Pacompia
37	Reyna Mamani Yanarico	75	Maruja Quispe Calcin
38	Orlando Cari Calsin		

**RELACIÓN DE PARTICIPANTES AL TALLER DE SENSIBILIZACIÓN  
AMBIENTAL DE LAS 10 COMUNIDADES DE AMANTANÍ 16/12/2022**

<b>Nº</b>	<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>Nº</b>	<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>
1	Aurora Pacompia Calsin	61	Aurelia Mamani De Calsin
2	Flora Mamani Quispe	62	Flora Mamani Yanarico
3	Jacinto Pacompia Quispe	63	Margarita Cari Calsin
4	Ana Lucia Pacompia Quispe	64	Isabel Calsin Mamani
5	Walter Mamani Juli	65	Leonarda Pacompia Quispe
6	Eudisia Pacompia De Quispe	66	Feliciana Huatta Mamani
7	Clara Mamani Yanarico	67	María Yanarico Quispe
8	Angelina Yanarico De Quispe	68	Florentino Yanarico Cari
9	Alejandra Calcina Pacompia	69	Ana María Juli Mamani
10	Emiliana Calsin Mamani	70	Sebastián Yanarico Calsin
11	Ernesta Yucra Mamani	71	Catalina Yanarico Mamani
12	Hilda Pacompia Yanarico	72	Henry Yanarico Quispe
13	Carmen Pacompia Mamani	73	Gladis Quispe Yanarico
14	Benita Suaña Mamani	74	Epifania Mamani Quispe
15	Valentina Mamani Juli	75	Olga Calsin Borda
16	Maroga Calsin Quispe	76	Rene Huber Juli Quispe
17	Teodosio Quispe Cari	77	Guillermo Yanarico Quispe
18	Nolberto Calsin Cari	78	Rosalía Borda Mamani
19	Emiliana Quispe Mamani	79	Libia Quispe Pacompia
20	Livia Cari Quispe	80	Rebeca Pacompia Quispe
21	Emiliana Calsin Cari	81	Ilma Quispe Pacompia
22	Gladys Mamani Mamani	82	Irene Auría Mamani Yanarico
23	Reynalda Ticona Aguilar	83	Benita Yanarico Quispe
24	Alcelma Cari Quispe	84	Nicolasa Mamani Juli
25	Presentación Quispe Mamani	85	Magda Quispe Mamani
26	Angela Quispe Calsin	86	Lucia Quispe Mamani
27	Serafina Mamani Quispe	87	Flora Blanca Borda Yanarico
28	Luz Delia Cari Juli	88	Nancy Quispe Callata
29	Domitila Cari Mamani	89	Silvia Mamani Pacompia
30	Gregoria Suaña Juli	90	Analin Calsin Cari
31	Fransisca Calsin Calsin	91	Basilia Yanarico Pacompia
32	Agrepina Mamani Pacompia	92	Jovita Yanarico Pacompia
33	Juana Mamani Cari	93	Ruth Pacompia Pacompia
34	Rufino Cari Quispe	94	Valeria Juli Suaña
35	Basilia Calsin Quispe	95	Emerenciana Quispe De Mamani
36	Ruth Pacompia Pacompia	96	Máxima Mamani Calsin
37	Yanet Calsin Quispe	97	Reyna Mamani Yanarico
38	Marcelina Calsin Quispe	98	Orlando Cari Calsin
39	Paolina Mamani Cari	99	Domingo Yucra Mamani
40	Rena Yanarico Mamani	100	Yudy Celia Calsin Calsin
41	Lucina Julin Calsin	101	Luciano Quispe Juli
42	Catalina Pacompia De Pacompia	102	Rodrigo Yanarico Pacompia
43	Holga Pacompia Suaña	103	Victoria Quispe Pacompia
44	Norma Cari Suaña	104	Yuri Mamani Mamani

<b>45</b>	Naty Cari Suaña	<b>105</b>	Juan Braulio Pacompia Cari
<b>46</b>	Lucila Calsin Suaña	<b>106</b>	Fortunata Mamani Cari
<b>47</b>	Patricia Calsin Cari	<b>107</b>	Juana Juli Yanarico
<b>48</b>	Leonarda Quispe Quispe	<b>108</b>	Martin Mamani Quispe
<b>49</b>	Luisa Suaña Calsin	<b>109</b>	Serapio Quispe Quispe
<b>50</b>	Alejandro Yanarico Calsin	<b>110</b>	Nolberto Calsin Cari
<b>51</b>	Marisol Callata Mamani	<b>111</b>	Ambrosio Calsin Cari
<b>52</b>	Julian Antonio Quispe Mamani	<b>112</b>	Antonio Pacompia Yucra
<b>53</b>	Marleni Quispe Cari	<b>113</b>	Valentín Quispe Quispe
<b>54</b>	Cecilia Calsin Quispe	<b>114</b>	Francisco Juli Mamani
<b>55</b>	Martina Yanarico Quispe	<b>115</b>	Eduardo Yucra Mamani
<b>56</b>	Josefina Pacompia De Quispe	<b>116</b>	Sebastian Yanarico Quispe
<b>57</b>	Felicitas Calsin De Cari	<b>117</b>	Aurelia Quispe Yanarico
<b>58</b>	Juana Calsin Calsin	<b>118</b>	Madeluz Borda Mamani
<b>59</b>	Luisa Cari Calsin	<b>119</b>	Marleni Quispe Pacompia
<b>60</b>	Catalina Quispe Quispe	<b>120</b>	Maruja Quispe Calsin

**RELACIÓN DE PARTICIPANTES A TALLER DE SENSIBILIZACIÓN  
AMBIENTAL DE PRIMARIA Y SECUNDARIA DE AMANTANÍ 12/12/2022**

<b>N°</b>	<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>N°</b>	<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>
1	Nancy Mamani Vela	34	Kelly Ana Calsin Juli
2	Deybis Quispe Quispe	35	Shirley Nohelia Quispe Yanarico
3	Arnolt Mamani Calsin	36	Carla Laquise Vargas
4	Lehidy Mamani Borda	37	Jhimi Dennis Mamani Cari
5	Joseph Quispe Segundo	38	Edith Marleny Laquise Casin
6	Antony Quispe Puma	39	Ana Zarahi Quispe Pacompia
7	Michael Callata Torres	40	Neil Oliver Quispe Mamani
8	Israel Rojas Quispe	41	Ruby Zarai Mamani Pacompia
9	Mario Quispe Cabrera	42	Mario David Huatari Mamani
10	Williams Juli Atahuchi	43	Alvaro Erickson Quispe cari
11	Santiago Pacompia Cjuro	44	Yhimi Laquise Calsin
12	Yuri Edwin Callata Juli	45	Anthony Juli Quispe
13	Maruja Juli Mamani	46	Eddy Juan Curi Mamani
14	Silvia Yucra Huatta	47	Desiy Danna Mamani Calsin
15	Agustin Juli Calsin	48	Analín Marilia Calsin Huatto
16	Marleni Quispe Pacompia	49	Jhon Abel Quispe Quispe
17	Jack Estalín Cari Callata	50	Rosi Charo Mamani Calsin
18	Cristian Quispe Cari	51	Brayan Juli Calsin
19	Yuli Guadalupe Pacompia	52	Alex Quispe Pacompia
20	Thania Maribel Quispe Mamani	53	Fiorella Juli Huaman
21	Joel Raúl Quispe Quispe	54	Mery Clara Pacompia Quispe
22	Clever Sandro Calsin Cari	55	Erika Pacompia Mamani
23	Nilver Roy Pacompia Pacompia	56	Meykol Rodrigo Mamani Quispe
24	Lionel Emerson Pacompia Vilia	57	Maldeyni Liseth Yanarico Borda
25	Mary Maribel Quispe Pacompia	58	Joel Melson Pacompia Mamani
26	Beker Robert Quispe Pacompia	59	Beltran Quispe Pacompia
27	Jhonceo Amaru Calsin Pacompia	60	Yunior Mamani Ramirez
28	Kevin Brayan Mamani Calsin	61	Estefany Quispe Arroyo
29	Ester Mamani Yanarico Quispe	62	José Cari Mamani
30	Vivian Aroneth Yanarico Yanarico	63	Alex Owen Mamani Quispe
31	Rony Cari Trujillo	64	Yudi Wendy Mamani Pacompia
32	Doris María Quispe Cari	65	Anabel Quispe Yanarico
33	Braulio Pacompia Quispe		

**RELACIÓN DE PARTICIPANTES AL TALLER DE SENSIBILIZACIÓN  
AMBIENTAL DE PRIMARIA Y SECUNDARIA DE AMANTANÍ 16/12/2022**

<b>N°</b>	<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>N°</b>	<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>
1	Kelly Ana Calsin Juli	35	Nancy Mamani Vela
2	Shirley Nohelia Quispe Yanarico	36	Deybis Quispe Quispe
3	Carla Laquise Vargas	37	Arnolt Mamani Calsin
4	Jhimi Dennis Mamani Cari	38	Lehidy Mamani Borda
5	Edith Marleny Laquise Casin	39	Joseph Quispe Segundo
6	Ana Zarahi Quispe Pacompia	40	Antony Quispe Puma
7	Neil Oliver Quispe Mamani	41	Michael Callata Torres
8	Ruby Zarai Mamani Pacompia	42	Israel Rojas Quispe
9	Mario David Huatari Mamani	43	Mario Quispe Cabrera
10	Alvaro Erickson Quispe cari	44	Williams Juli Atahuchi
11	Yhimi Laquise Calsin	45	Santiago Pacompia Cjuro
12	Anthony Juli Quispe	46	Yuri Edwin Callata Juli
13	Eddy Juan Curi Mamani	47	Maruja Juli Mamani
14	Desiy Danna Mamani Calsin	48	Silvia Yucra Huatta
15	Analin Marilia Calsin Huatto	49	Agustin Juli Calsin
16	Jhon Abel Quispe Quispe	50	Marleni Quispe Pacompia
17	Rosi Charo Mamani Calsin	51	Jack Estalin Cari Callata
18	Brayan Juli Calsin	52	Cristian Quispe Cari
19	Alex Quispe Pacompia	53	Yuli Guadalupe Pacompia
20	Fiorella Juli Huaman	54	Thania Maribel Quispe Mamani
21	Mery Clara Pacompia Quispe	55	Joel Raúl Quispe Quispe
22	Erika Pacompia Mamani	56	Clever Sandro Calsin Cari
23	Meykol Rodrigo Mamani Quispe	57	Nilver Roy Pacompia Pacompia
24	Maldeyni Lisseth Yanarico Borda	58	Lionel Emerson Pacompia Vilia
25	Joel Melson Pacompia Mamani	59	Mary Maribel Quispe Pacompia
26	Beltran Quispe Pacompia	60	Beker Robert Quispe Pacompia
27	Yunior Mamani Ramirez	61	Jhonceo Amaru Calsin Pacompia
28	Estefany Quispe Arroyo	62	Kevin Brayan Mamani Calsin
29	José Cari Mamani	63	Ester Mamani Yanarico Quispe
30	Alex Owen Mamani Quispe	64	Vivian Aroneth Yanarico Yanarico
31	Yudi Wendy Mamani Pacompia	65	Rony Cari Trujillo
32	Anabel Quispe Yanarico	66	Doris María Quispe Cari
33	Jessy Cari Bautista	67	Braulio Pacompia Quispe
34	Lizeth Quispe Calsin	68	Cristian Calsin Cari

**Anexo 07: Panel fotográfico**

**Fotografía 01:** *Adición de presión sonora con sonómetro y medición de temperatura con termohigrómetro en diferentes horarios.*



**Fotografía 02 – 03:** *Charlas de sensibilización ambiental sobre reciclaje y reutilización en la población de Amantaní y en las instituciones primarias y secundarias de Amantaní.*





**Fotografía 05:** Charlas de sensibilización ambiental sobre construcciones sostenibles y degradación de botellas PET y plástico reciclaje en la población de Amantani y en las instituciones primarias y secundarias de Amantani.

