

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y**  
**RECURSOS NATURALES**



**Tesis**

Bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel, para la valorización de residuos sólidos, en la bloquetera Vito, Abancay- Apurímac 2023.

Asesor:

**Mg. González Mamani, Elena Elvira**

Autor:

**Alarcón Juro, Silvia**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Abancay – Apurímac -Perú**

**2024**



# Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Recursos Naturales**

\*Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho\*

## ACTA DE TITULO N°. 0001-2024-UTEA-FI-EPIARN

Reunidos los Jurados constituidos por los señores Docentes:

- |                                      |               |
|--------------------------------------|---------------|
| * Mg. Kristhel Jaylane Calderón Aedo | PRESIDENTA.   |
| * Mg. Vanesa Salas Peña              | DICTAMINANTE. |
| * Dr. Anderson Núñez Fernández       | REPLICANTE    |

El postulante al TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

Don (ña): **ALARCON JURO, Silvia**; ha cumplido con las exigencias del Reglamento General de Grado Académico y Título de la Universidad Tecnológica de los Andes.


MODALIDAD DE (\*) **SUSTENTACIÓN DE TESIS.**

INTITULADA: **Bloques Ecológicos con Cartón, Bagazo de caña y Papel, para la valorización de residuos sólidos, en la bloquetera Vito, Abancay-Apurímac-2023**


Habiendo aprobado con la nota de: **CATORCE (14).**

Se extiende el Acta, conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, folio(s) N° 125 y 126.

Abancay, 03 de diciembre del 2024.

  
Mg. Kristhel Jaylane Calderón Aedo  
PRESIDENTA

  
Mg. Vanesa Salas Peña  
DICTAMINANTE

  
Dr. Anderson Núñez Fernández  
REPLICANTE

Bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel, para la valorización de residuos sólidos, en la bloquetera Vito, Abancay- Apurímac 2023.

INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>12%</b>	<b>11%</b>	<b>3%</b>	<b>6%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Tecnológica de los Andes</b> Trabajo del estudiante	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.utea.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>www.researchgate.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.unamba.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.uap.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>tasseborg.se</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos del Autor		
Apellidos y nombre	:	Alarcón Juro, Silvia
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Numero de Documento de Identidad	:	44434440
URL ORCID	:	<a href="https://orcid.org/0009-0000-9876-9333">https://orcid.org/0009-0000-9876-9333</a>
Datos del Asesor		
Apellidos y nombre	:	González Mamani, Elena Elvira
Tipo de Documento de Identidad	:	DNI
Numero de Documento de Identidad	:	29658752
URL ORCID	:	<a href="https://orcid.org/000-003-3468-2161">https://orcid.org/000-003-3468-2161</a>
Datos de la Investigación		
Facultad	:	Ingeniería
Escuela Profesional	:	Ingeniería Ambiental y Recursos Naturales
Línea de investigación	:	Calidad Ambiental
Rango de años en que se realizó la investigación	:	2023 - 2024
Fuente de financiamiento	:	Autofinanciada
Porcentaje de similitud	:	12%
URL de OCDE	:	<a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.01</a>

## DEDICATORIA

A Dios por permitirme seguir con mis sueños, por darme sabiduría, cuidarme, protegerme en todo el camino de mi vida.

A mis padres Nicolas Alarcón y Jesusa juro, por el apoyo moral y espiritual en toda mi vida. A mis hermanas Eva, Verónica, Mercedes, Ruth, Yoni, Ruben Alarcón Juro y a mis amigas Bhissett Pilar Arias Bedia, Raquelina Vera Damian, quienes de una u otra forma me apoyaron durante todo el trayecto de mi tesis.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por todas las cosas que me brinda, salud, vida y sabiduría que me permite formarme profesionalmente y ser una persona de bien.

A la Universidad Tecnológica de los Andes, a la Facultad de Ingeniería, a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Recursos Naturales, por contribuir a mi formación profesional.

A mi asesora de tesis Mg. Elena Elvira González Mamani que me acompañó estos años en la redacción de mi investigación y ejecución de mi tesis, de la misma manera a Mg. Anjhela Rosa Callo Mamani que me acompañó en la redacción de mi proyecto de tesis.

A mis miembros del jurado de tesis: Mg. Vanesa Salas Peña; Mg. Jessica Alvarado Ramos; por cada momento dedicado para las recomendaciones de la presente tesis y su orientación profesional.

A mis docentes de Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Recursos Naturales, por contribuir en mi formación profesional tanto académico y científico.

A la bloquera Vito y a laboratorio de análisis Chipa, por permitirme realizar mis análisis de mi investigación, por sus apoyos incondicionalmente que me brindaron en todo el proceso de elaboración y análisis de mis muestras.

A todas las personas que directa e indirectamente me brindaron su apoyo incondicional para culminar mis estudios de formación profesional.

## RESUMEN

La valorización de residuos sólidos en el sector de la construcción es beneficiosa para el medio ambiente, por utiliza materiales ecológicos. El objetivo de la investigación es determinar las características de los bloques ecológicos elaborados con cartón, bagazo de caña y papel. La investigación es aplicada, de nivel explicativo y con diseño experimental. Se emplearon fichas de recolección de datos. La muestra consistió en un testigo (1.5 kg de cemento, 5 L de agua, 2 kg de arena fina y 3 kg de arena gruesa) y varios tratamientos con diferentes combinaciones de cemento, agua, arena fina, arena gruesa y residuos sólidos (cartón, bagazo de caña y papel).

Los bloques tienen una forma rectangular, con dimensiones de 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de altura. La prueba de resistencia se realizó utilizando una prensa hidráulica, siguiendo la Norma Técnica E.0.70 de Albañilería. Los resultados, obtenidos mediante análisis estadístico (ANOVA y prueba de Tukey), indicaron que la dosificación óptima de bagazo de caña fue 1 kg, seguida de 0.8 kg de papel y cartón. Las características mecánicas y físicas de los bloques ecológicos cumplen con los requisitos mínimos de la NTP E 0.70. Los bloques se clasifican como tipos I y II, siendo adecuados para construcciones de albañilería de servicios con exigencias mínimas y moderadas, donde la resistencia y durabilidad son bajas.

Se concluye que la valorización de residuos sólidos de cartón, bagazo de caña y papel es favorable para la elaboración de bloques ecológicos.

**Palabra clave:** Bloques ecológicos, valorización, residuos sólidos, cartón, bagazo de caña, papel.

## ABSTRACT

The recovery of solid waste in the construction sector is beneficial for the environment, as it uses ecological materials. The objective of the research is to determine the characteristics of ecological blocks made with cardboard, cane bagasse and paper. The research is applied, explanatory level and with experimental design. Data collection forms were used. The sample consisted of a control (1.5 kg of cement, 5 L of water, 2 kg of fine sand and 3 kg of coarse sand) and several treatments with different combinations of cement, water, fine sand, coarse sand and solid waste (cardboard, sugarcane bagasse and paper).

The blocks have a rectangular shape, with dimensions of 24 cm long, 14 cm wide and 10 cm high. The resistance test was carried out using a hydraulic press, following Technical Standard E.0.70 for Masonry. The results, obtained through statistical analysis (ANOVA and Tukey test), indicated that the optimal dosage of sugarcane bagasse was 1 kg, followed by 0.8 kg of paper and cardboard. The mechanical and physical characteristics of the ecological blocks meet the minimum requirements of NTP E 0.70. The blocks are classified as types I and II, being suitable for service masonry constructions with minimal and moderate demands, where resistance and durability are low.

It is concluded that the recovery of solid waste cardboard, sugarcane bagasse and paper is favorable for the production of ecological blocks.

Keyword: Ecological blocks, recovery, solid waste, cardboard, sugarcane bagasse, paper



## ÍNDICE

Acta de jurados .....	ii
Informe de similitud.....	iii
Metadatos complementarios .....	iv
Dedicatoria .....	v
Agradecimientos .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
Índice.....	ix
Índice de tabla .....	x
Índice de figuras .....	xi
<b>I. Introducción .....</b>	<b>13</b>
<b>II. Planteamiento del problema.....</b>	<b>15</b>
2.1. Descripción y formulación del problema.....	15
2.2. Objetivos .....	17
2.2.1 Objetivo General.....	17
2.2.2 Objetivos Específicos .....	17
2.3. Justificación e importancia.....	18
2.4. Hipótesis.....	19
2.5. variables .....	19
<b>III. Marco teórico .....</b>	<b>22</b>
3.1. Antecedentes .....	22
3.2. Bases teóricas .....	30
3.3. Definición de términos .....	40
<b>IV. Metodología .....</b>	<b>43</b>
4.1. Tipo y nivel de investigación.....	43
4.2. Ámbito temporal y espacial.....	43
4.3. Población y muestra .....	45
4.4. Técnicas e Instrumentos.....	47
4.5. Procedimientos .....	57
4.6. Análisis de datos.....	57
4.7. Consideraciones éticas.....	57
<b>V. Resultados y discusión .....</b>	<b>58</b>
<b>VI. Conclusiones .....</b>	<b>80</b>
<b>VII. Recomendaciones.....</b>	<b>81</b>
<b>VIII. Referencias .....</b>	<b>82</b>
<b>IX. Anexo.....</b>	<b>87</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables .....	20
Tabla 2	Etapas para realizar la investigación. ....	47
Tabla 3	Cantidad en peso de los materiales para la elaborar bloques con cartón .....	51
Tabla 4	Cantidad en peso de los materiales para la elaborar bloques con bagazo de caña. ....	51
Tabla 5	Cantidad en peso de los materiales para la elaborar bloques con papel. ....	52
Tabla 6	Datos observados en la prueba de dimensión largo.....	58
Tabla 7	Análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Dimensión Largo.....	59
Tabla 8	Comparacion multiple de Tukey al 95% de confiabilidad de los promedios de Dimensión Largo (cm).....	60
Tabla 9	Datos observados en la prueba de Dimensión Ancho (cm). ....	61
Tabla 10	Análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Dimensión Ancho (cm) .....	63
Tabla 11	Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de los promedios de Dimensión Ancho (cm) .....	63
Tabla 12	Datos observados en la prueba de Dimensión Altura (cm).....	64
Tabla 13	Análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Dimensión Altura (cm) .....	66
Tabla 14	Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de los promedios de Dimensión Altura (cm).....	66
Tabla 15	Datos observados en la prueba de Volumen (cm <sup>3</sup> ). ....	67
Tabla 16	Análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Volumen (cm <sup>3</sup> ) .....	69

Tabla 17	Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de los promedios de Volumen ( $\text{cm}^3$ ).....	69
Tabla 18	Datos observados en la prueba de Resistencia a la compresión ( $\text{Kg/cm}^2$ )..	70
Tabla 19	Análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Resistencia a la compresión ( $\text{Kg/cm}^2$ ).....	72
Tabla 20	Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de los promedios de Resistencia a la compresión ( $\text{Kg/cm}^2$ ) .....	72
Tabla 21	Datos observados en la prueba de Resistencia a la flexión ( $\text{Kg/cm}^2$ ).....	74
Tabla 22	Análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Resistencia a la flexión ( $\text{Kg/cm}^2$ ) .....	75
Tabla 23	Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de los promedios de Resistencia a la flexión ( $\text{Kg/cm}^2$ ) .....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Localización geográfica del área de estudio, bloquetera Vito.....	44
<b>Figura 2</b> Bloques ecológicos simple de concreto con cartón, bagazo de caña y papel.....	46
<b>Figura 3</b> Flujograma de elaboración de bloques.....	49
<b>Figura 4</b> Flujo grama de elaboración de bloques ecológicos simples con cartón, bagazo de caña y papel .....	55
<b>Figura 5</b> Promedios de Dimensión Largo (cm) de bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel. ....	59
<b>Figura 6</b> Promedios de Dimensión Ancho (cm) de bloquetas ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel .....	62
<b>Figura 7</b> Promedios de Dimensión Altura (cm) de bloquetas ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel .....	65
<b>Figura 8</b> Promedios de Volumen (cm <sup>3</sup> ) de bloquetas ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel .....	68
<b>Figura 9</b> Promedios de Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) de bloquetas ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel .....	71
<b>Figura 10</b> Promedios de Resistencia a la flexión (Kg/cm <sup>2</sup> ) de bloquetas ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel .....	75

## I.INTRODUCCIÓN

El presente estudio se desarrolló a raíz del incremento de los residuos sólidos, que se ha convertido en uno de los problemas más serios a nivel mundial, generando un impacto negativo en el medio ambiente y en la salud pública. Este trabajo tiene como objetivo aprovechar y reducir los residuos sólidos mediante la elaboración de bloques ecológicos a partir de cartón, bagazo de caña y papel, que están dirigidos al sector de la construcción para la división de viviendas, brindando así un valor adicional a estos residuos sólidos.

De la misma manera, esta investigación se propone abordar alternativas de concientización sobre la segregación de los residuos de cartón y papel, las cuales contribuirán a la reducción de residuos sólidos. El trabajo de investigación se presenta en cuatro capítulos, además de conclusiones y recomendaciones.

En el primer capítulo, se describe de manera precisa la realidad del contexto actual de los residuos sólidos a nivel mundial, nacional y local. Asimismo, se formula el planteamiento del problema, donde se abordan las causas que nos conducen a realizar la investigación. De la misma manera, se plantean los objetivos que nos permitirán lograr el trabajo propuesto, así como la justificación del trabajo, la hipótesis y las variables, en las que se enmarcan los fundamentos teóricos del estudio.

En el capítulo segundo, en este capítulo se presenta los antecedentes donde se da a conocer los trabajos anteriores que han sido realizados bloques con cartón, bagazo de caña y papel las cuales constituye para el desarrollo del trabajo, bases teóricas que sustentan el trabajo de investigación.

En el capítulo tercero, se presenta la metodología del trabajo de investigación, en la que se exponen las técnicas y procedimientos para llevar a cabo el estudio con el objetivo de obtener resultados óptimos. También se especifican el tipo y nivel de

investigación, el ámbito temporal y espacial, así como la población que está conformada por bloques simples de concreto mezclado con cartón, bagazo de caña y papel. Además, se describen la muestra y los instrumentos utilizados en la ejecución de la investigación, los procedimientos estadísticos de la investigación y las consideraciones éticas.

En el cuarto capítulo, se contemplan los resultados obtenidos de la investigación, los cuales se muestran en tablas, figuras, análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey. En la discusión de resultados se realiza la comparación con otras investigaciones previas, destacando las fortalezas y debilidades de la investigación. Asimismo, se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo realizado.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1 Descripción y formulación del problema

Los residuos sólidos se convirtieron en serios problemas para el medio ambiente, debido a la exposición directa a las fuentes de agua, al aire, a los suelos fértiles y a la población en general porque causan contaminación (Pérez, 2022). A nivel internacional se han buscado tácticas para acortar la contaminación de la que surge la elaboración de bloques ecológicos, para reducir los residuos sólidos y la práctica responsable de preservar nuestro entorno planetario (Caballero Meza, 2023).

La generación de residuos sólidos tales como cartón, papel y plástico ha aumentado su presencia en los hogares a nivel mundial, causando grandes daños al medio ambiente, destruyendo hábitats de flora y fauna, según indica el Banco Mundial (BM) por otra parte la Organización de las Naciones Unidas (ONU) informa, el incremento de residuos sólidos para el 2050 será del 70 % respecto a los residuos actuales, si no se toman medidas más estrictas en las estrategias de reciclaje. Se aprecia que para el año 2050 las poblaciones serán de 9 mil millones de habitantes, lo que generará aproximadamente 4 millones de toneladas de residuos urbanos (BM, 2024). A nivel internacional los territorios con elevados ingresos, que constituyen el 16 % correspondiente a la población global, son responsables de generar más del 34 % del total de los residuos en el mundo, al igual que el continente asiático y pacífico con una generación del 23 % del total de residuos sólidos generados, como indica el Banco Mundial en su informe anual (BM, 2022).

En el contexto peruano, se estima que se producen en promedio 21 mil toneladas diarias de los residuos sólidos municipales, según datos proporcionados por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2022). Tanto las autoridades gubernamentales como el MINAM obtiene el compromiso de supervisar y dirigir la administración integral de los residuos sólidos. Además, la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), del Ministerio de Salud se encarga de garantizar el cumplimiento técnico de los planes de infraestructura

relacionados con la aplicación de residuos, incluyendo actividades como el reciclaje, la reutilización y la recuperación. Sin embargo, en el país se ha observado un mayor énfasis en la recolección de residuos que en su valorización, particularmente en cuanto a los elementos como plástico, papel y cartón, según indica la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2024). Actualmente, solo se recopiló el 1.9% de la totalidad de los residuos sólidos reutilizables (MINAM, 2018). Mientras que en la Unión Europea el mercado de residuos sólidos se desplaza en torno de 410 millones de dólares anuales, en la reutilización de residuos sólidos se ahorra hasta 72 millones de euros y se generan alrededor de 400 mil nuevos puestos de trabajo (Alvins et al, 2024).

En el departamento de Apurímac, en el año 2023, se registró una generación total de residuos sólidos que alcanzó a 61 mil toneladas al año de las 7 provincias. La mayor generación de residuos municipales es Abancay, con un total de 23 422 94 toneladas al año, seguida por Andahuaylas con 20 489 11 toneladas al año. La menor cantidad de residuos se generó en la provincia de Grau, con una cantidad anual de 1 833 54 toneladas. En cuanto a la condición final de estos residuos en la región de Apurímac, se cuenta únicamente con 4 instalaciones de infraestructura para este propósito. Se encuentran 7 rellenos sanitarios para la administración adecuada de los residuos (MINAM, 2023).

Así mismo, actualmente en el distrito de Abancay no existen planes concretos y efectivos para así tratar los residuos sólidos (cartones, papeles y bagazos de caña), donde la formación de residuos, como el papel, en 2012 fue de 0.60%, esto aumenta cada año, para el año 2018 alcanzó el 4.67%. De igual manera, el cartón aumentó un 1.00% en 2012, y para 2015 alcanzó el 4.53%. Se puede observar la presencia de residuos sólidos como son los de papel y cartón en rápido incremento (MINAM, 2023). La valorización nos permite transformar los residuos sólidos en materiales primarias para la elaboración de recientes productos beneficiosos para la sociedad. Los bloques ecológicos representan una opción para la utilización sostenible de recursos, ya que se elaboran con materiales que no causan degradación ambiental, desde el inicio de su proceso de elaboración los bloques ecológicos



mantienen características similares a los bloques de construcción convencionales, sin comprometer su resistencia e calidad.

## **2.1.2 Planteamiento del problema**

### **2.1.3 Problema General**

¿Cuáles son las características de los bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel, para la valorización de residuos sólidos, en la bloquetera Vito, Abancay- Apurímac, 2023?

### **2.1.4 Problemas específicos**

- o ¿Cuáles son las características físicas de los bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel, para la valorización de residuos sólidos, en la bloquetera Vito, Abancay- Apurímac, 2023?
- o ¿Cuáles son las características mecánicas de los bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel, para la valorización de residuos sólidos, en la bloquetera Vito, Abancay- Apurímac, 2023?

## **2.2 Objetivos de la investigación**

### **2.2.1 Objetivo General**

Determinar las características de los bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel, para la valorización de residuos sólidos, en la bloquetera Vito, ubicada en Abancay, Apurímac, durante el año 2023.

### **2.2.2 Objetivos Específicos**

- o Determinar las características físicas de los bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel, para la valorización de residuos sólidos, en la bloquetera Vito, Abancay- Apurímac, 2023.

- o Determinar las características mecánicas de los bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel, para la valorización de residuos sólidos, en la bloquetera Vito, Abancay- Apurímac, 2023

### **2.3 Justificación de la investigación**

La ejecución de bloques ecológicos de cartón, papel y bagazo de caña, se realizó con la finalidad de reducir los residuos sólidos en el distrito de Abancay. Dicho distrito genera anualmente 23 mil toneladas de residuos sólidos, al mismo tiempo no cuenta con una infraestructura para el tratamiento y disposición final de los residuos, este proyecto busca contribuir con la reducción de residuos de papel y cartón de esta manera mitigar los efectos negativos al sector agrario y a la salud pública.

La elaboración de bloques ecológicos se presenta como una alternativa amigable con el medio ambiente. Con una capacidad resistente de bloques para la construcción garantizando en obras civiles sin poner en peligro el bienestar de la vida y el medio ambiente. Por lo que es una excelente opción para reducir los residuos sólidos. Sin embargo, es necesario profundizar y analizar la resistencia de los bloques.

En los últimos años, la ciencia de la investigación ha avanzado, en cuanto a búsqueda de reducir los residuos sólidos. De esta búsqueda parte la elaboración de bloques de cartón, papel y bagazo de caña. Esta investigación necesita profundizar en los estudios de resistencia a diferentes dosis utilizando residuos sólidos de cartón, bagazo de caña y papel, la cantidad de residuos a utilizar de igual manera en el análisis en las características a las flexiones y a la compresión de bloques. Esta investigación propone abordar estas carencias mediante la incorporación de residuos sólidos en la elaboración de bloques, con su respectiva dosificación y análisis. De esta manera, se demuestra la información relevante en los resultados obtenidos, para investigaciones futuras en el campo de albañilería.

Con la elaboración de bloques ecológicos, buscamos tener alternativas más económicas en cuanto a materiales de construcción, así como concientizar a la población Abanquina en la segregación de los residuos (cartón y papel), en cuanto a tareas de reciclaje, para brindar una alternativa, en los ingresos económicos. Además, se espera que la investigación contribuya a los recientes conocimientos de la sociedad científica.

## **2.4 Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis General**

Los bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel, para la valorización de residuos sólidos, en la bloquetera Vito, Abancay- Apurímac 2023, cumplen con la Norma Técnica Peruana.

### **2.4.2 Hipótesis específicas**

- Los valores de las características físicas de los bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel, para la valorización de los residuos sólidos en la bloquetera Vito, Abancay- Apurímac, 2023, cumplen con la Norma Técnica Peruana.
- Los valores de las características mecánicas de bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel, para la valorización de residuos sólidos en la bloquetera Vito, Abancay- Apurímac, 2023, cumplen con la Norma Técnica Peruana.

## **2.5 Variables**

Variable independiente: valorización de residuos sólidos.

Variable dependiente: Bloque ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel.

**Tabla 1**  
**Operacionalización de variables.**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades de medición	Instrumento
Variable independiente: valorización de residuos solidos	Es la acción que permite volver a utilizar los bienes o productos desechados, denominados residuo, y darles un uso igual o diferente a aquel para el que fueron concebidos. (Reyna, 2016)	La valorización es reaprovechar el residuo y dar utilidad o sustituir a otro material en el proceso productivo. En esta investigación los bloques ecológicos es para el sector de construcción.	Dosificación optima del tratamiento de residuos de cartón y papel.	Cantidades de cartón.	kg	Ficha de recolección de datos
				Forma de pelletes con granulometría	5 mm	
				Calidad	-Muy buena - Buena - Mala	
				Tamaño de fibra	15 a 25 mm	
			Dosificación optima del tratamiento de residuos de bagazo de caña.	Estado de fibra seca	humedad de 35%	
Variable dependiente: Bloque ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel	Los ladrillos ecológicos son un elemento clave en la arquitectura ecológicos. Agrupa a distintos tipos de materiales y sus beneficios. A pesar de sus diferencias, todos ellos tendrán en común una serie de ventajas a nivel ambiental o de sostenibilidad. (López y Valencia, 2006)	La producción de bloques pasa por los ensayos de laboratorio de esta manera se determina las características físicas y mecánicas, los bloques son amigables con el medio ambiente.	Características mecánicas	Resistencia a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>	
				Resistencia a la flexión	Kg/cm <sup>2</sup>	
			Características físicas	Absorción	%	
				Variación dimensional de largo	cm	
				Variación dimensional de altura	cm	
				Variación dimensional de ancho	cm	
				Peso	kg	
	Alabeo	mm				

*Nota:* Elaboración propia.

## **2.6 Viabilidad de la investigación**

### **2.6.1 Económica**

Los bloques ecológicos son alternativas amigables con el medio ambiente y económicamente rentables en cuanto a materiales de construcción, así como incentivar a la segregación y reutilización de cartones, bagazos de caña y papeles; así mismo se podrá generarse empleo para personas de las comunidades aledañas. Los costos asociados con la elaboración y el análisis en laboratorio requeridos para esta investigación varían en función de la cantidad de muestras empleadas en la investigación, con respecto al financiamiento en su totalidad es autofinanciado.

### **2.6.2 Social**

Los bloques ecológicos de cartón, papel y bagazo de caña, para la población es nueva, la cual dificulta incorporarse con facilidad al sector de construcción por el mismo ser un producto nuevo, para incorporarse en su uso se dio alternativas de trabajar con bloquetera donde se ofrece bloques de cartón, bagazo de caña y papel con costo económico, recomendados para divisiones interiores de vivienda.

## **2.7 Limitaciones**

Se tomaron en cuenta como limitaciones al aspecto económico para la obtención del material requerido en la producción de los bloques, así como la disponibilidad de un espacio físico adecuado para realizar las muestras, se consideraron limitaciones de la investigación. Además, para realizar las pruebas de compresión se requirió de una prensa hidráulica, la cual fue suministrada por un laboratorio particular por terceros.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Antecedentes

##### 3.1.1 A nivel internacional

Afnan Ahmad (2021), En su investigación sobre “Características mecánicas y durabilidad de bloques de cartón-hormigón elaborados a partir de cartón reciclado”, el objetivo es analizar la viabilidad y potencial uso de residuos sólidos de cartón como material de construcción sustentable reemplazando los costos de los ladrillos convencionales con un innovador bloque de cartón y hormigón. Para utilizar el cartón de forma eficaz, se preparó a partir de pulpa de cartón, cemento y arena. Para evaluar la proporción de la mezcla óptima se utilizaron tres mezclas diferentes, con dosis de 1:2:4, 1:1:2 y 1:1:1, las pruebas de resistencia a la presión se desarrollaron a los 28 días, utilizando el método de prueba y error, se investigaron múltiples características de ingeniería del tablero de concreto, que consisten en resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, conductividad térmica, subsunción de agua y prueba de eflorescencia. Como resultado de este experimento, a mayor uso de cartón, la resistencia mecánica del bloque disminuye y al reducirse la resistencia en muros con conducción térmica que no resiste la carga, la resistencia a la compresión alcanza a 0.965 MPa. En conclusión, se determina que los bloques de cartón-concreto presentan características de ligereza, de baja resistencia y limitada capacidad térmica, lo que sugiere para losas construcción.

Calle (2019), En su trabajo de investigación “Ladrillos de Cartón – Una Alternativa de Mampostería”, su principal objetivo es desarrollar un ladrillo que incorpore proporciones de cartón y aditivos, reemplazando el uso de arcilla tradicional. En este estudio metodológico se fabricaron tres tipos de ladrillos de cartón. En el primer modelo, se combinó cartón corrugado con arcilla para formar el ladrillo. Durante este proceso se realizaron pruebas con diferentes aditivos con el propósito de impedir el peligro de que se quemara el cartón utilizado en su composición. en el segundo módulo: se realizó con más cartón corrugado, carpetas indicadas en el capítulo uno, con unas dimensiones de 10 cm

alto x 10 cm ancho x 10 cm largo. En el tercer módulo: se utilizó cartón reciclado triturado, de las mismas dimensiones que el módulo dos. La combinación de los materiales fue la siguiente: 1 cantidad del cemento, 2 proporción de arena, 0.05 porción de cartón, 0.05 de papel, 0.9 de agua y con 2 % de aditivo en relación al cemento de la cual los hallazgos a los 28 días de 121.90 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia de compresión y la preparación de una mezcla de 1 cemento, 2 arena, 0.05 cartón, 0.05 papel, 0.7 agua con 2 % de aditivo con relación al cemento con una resistencia de 125.35 kg/cm<sup>2</sup>, resistencia de compasión 4.11 kg/cm<sup>2</sup> y 0.40 Mpa, según la norma técnica ecuatoriana debe ser 6 Mpa el cual cumple. En resistencia a flexión el resultado obtenido es 36.6 Mpa y la norma indica 2 Mpa excede los estándares establecidos y recomendados para los bloques.

Bocanegra et al. (2021) propusieron el “Diseño y construcción de un prototipo de ladrillo a base de celulosa vegetativa (cartón) y cementos, para el municipio de Girardot”. El objetivo del estudio es diseñar y construir un prototipo de ladrillos con celulosa (cartone) y cementos, que cumpla con las normas colombianas, con el propósito de ofrecer una alternativa en la construcción en el municipio de Girardot. Para realizar esta investigación se implementó un enfoque experimental, enmarcado en un sistema mixto, con el fin de alcanzar los objetivos establecidos. Los análisis y pruebas experimentales se realizaron en el laboratorio, con el objetivo de determinar una fórmula óptima para la dosificación de la mezcla. El resultado óptimo fue el prototipo 3, que contiene un 75 % cartones, un 25 % de cementos y aditivos. Este prototipo se considera ideal para la producción de ladrillos.

Alvarado y Torres (2021), realizaron un “Prototipo de bloque eco-sustentable a base de almidón, polietileno PET, papel reciclado y material tradicional para la construcción”. El objetivo del trabajo fue fabricar un prototipo de bloques con materiales de polietileno (PET), papel y como adherente se utilizó almidón de yuca como adherente para elaborar los bloques. El trabajo se llevó a cabo de manera experimental en el laboratorio, con el objetivo de evaluar si el prototipo cumplió con los criterios de calidad definidos para los bloques. Se realizaron pruebas de análisis de compresión en el laboratorio específicamente diseñado

para bloques, donde se determinó la resistencia en relación de la cantidad de PET utilizado. De la muestra 3 se obtuvo la mejor resistencia, cabe indicar que todos los bloques son superiores a 1.4 Mpa, en resistencia se clasifican en la categoría tipo C, conforme a la norma técnica NTE INEN 3066 de Ecuador, con un soporte a las compresiones de 1.82 Mpa y un porcentaje de subsunción del 16%, que está dentro de los estándares establecidos, estos bloques se pueden utilizar en relieves de losas.

Gutiérrez, A. J. A., Toapanta, J. A. T., & Benítez, A. W. V. (2021), en su trabajo de investigación titulado “Prototipo de bloque con base de materiales reciclados para el desarrollo de la construcción sostenible”. El objetivo de la investigación es fabricar un prototipo de bloque utilizando materiales reciclados como el papel y almidón de yuca como adherente natural. Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, para su ejecución se utilizó una metodología experimental, basándose en los resultados del laboratorio que se obtuvieron los resultados de los bloques analizados según la norma técnica ecuatoriana. Para el análisis de resistencia a la compresión se tomaron 5 muestras con distintas dosificaciones de papel 5 kg, 4 kg, 1.5 kg, 2.75 kg, 1.5 kg. Los resultados del análisis de la compresión del bloque de papel cuentan con una resistencia óptima en las 3 muestras de análisis de bloques, el porcentaje de absorción llega a 16 %, la resistencia máxima superior de las muestras tiene un valor de 1.97 Mpa. Se concluye que los bloques elaborados y analizados superan en la Categoría de tipo C y en la resistencia está en 1.4 Mpa que se encuentra dentro de la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 3066. Se recomienda usar en estructuras no portantes como en losas.

### **3.1.2 A nivel nacional**

Torres (2023), en su trabajo denominado “Evaluación de las características físicas y mecánicas de bloques de concreto tipo P usando fibra de celulosa de papel reciclado”. En este trabajo el objetivo es evaluar los bloques en las características físico-mecánicas que fueron elaborados con concreto tipo P y papel reciclado. El método utilizado fue el análisis estadístico descriptivo con el objetivo de obtener resultados claros y precisos. Las



pruebas realizadas revelaron las siguientes observaciones: se registró una variación dimensional que osciló entre 0.15 % y 0.52 % respecto al bloque estándar. Respecto al alabeo se observaron valores mínimos de 0.22 mm y valores máximos de 0.41 mm. En cuanto a la absorción, los valores estuvieron entre 9.22 % y 13.74 %, mientras que el área vacía varió entre 34.80 % y 35.10 %. En relación a la consistencia, se observó que la incorporación de poca cantidad de materiales redujo la resistencia de los bloques. En cuanto a la absorción, se observaron aumentos moderados a medida que se incorporaron fibras, teniendo el 3 % el menos aumento 0.52 % y el 15 % el elevado aumento 4.38 %. En cuanto a la resistencia a la compresión se tuvo un valor de 52.15 kg/cm<sup>2</sup> con una adición del 3 % de fibras, superior a otras dosificaciones. En cuanto a los prismas fabricados con un 3 % de papel reciclado, en cuanto a resistencia axial de 7.33 MPa, lo que corresponde disminución de 2.14 % referente al prisma promedio. Finalmente, la muestra con 3 % de papel reutilizado alcanzó un valor de 5.04 MPa, evidenciando una reducción del 9.09 % respecto a la muestra estándar.

Mamani León (2022), realizó la investigación titulada “Elaboración de ladrillo con adición de residuos de papel de cemento en muros de albañilería confinada Puno 2022”. Para realizar el diseño cuasiexperimental aplicativo se evaluaron 332 unidades de ladrillos. En resultado de las características tangibles y mecánicas se presentaron de la siguiente manera: espesor 1.69 y 2.33 mm en la cara de encima y 1.40 y 2.25 mm en la cara abajo; ancho 11.79 y 11.73 cm, largo 22.25 y 22.19 cm y alto 8.05 y 8.13 cm. Las pruebas de características mecánicas y físicas revelaron que los ladrillos alcanzaron las resistencias más altas de 55.10 y 64.27 kg/cm<sup>2</sup> en presión axial y 31.54 y 40.35 kg/cm<sup>2</sup> en sección transversal. En conclusión, se observó una ligera variación en las muestras con adiciones de residuos de papel en dosis del 1, 3 y 5 %.

Benavides (2021), en su investigación titulada “Evaluación de ladrillo Artesanales Adicionados residuos de Cartones en Chota”, con el objetivo de evaluar los ladrillos artesanales que incorporan residuos de cartón, con el fin de examinar en detalle sus

características físico-mecánicas. Este estudio se basó en un enfoque deductivo y utilizó el método científico, permitiendo obtener conclusiones lógicas y verificables mediante de un estudio experimental. Se realizaron a cabo verificaciones específicas en el contexto de la unidad de albañilería propuesta para asegurar la autenticidad y la fiabilidad de los resultados alcanzados. Los análisis revelaron que el muestreo del suelo fue organizado por arenas sumamente arcillosas de plasticidad leve. El cartón hecho trizas presentó una longitud nominal máximo de 19 mm y una pesadez suelta de 80.18 kg/m<sup>2</sup>. La mayor resistencia a la compresión se registró en el ladrillo estándar, alcanzando 47.07 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la menor se observó ladrillos con adiciones de un 10 % de cartón recopilado, con 37.59 kg/cm<sup>2</sup>. Respecto al soporte a la tracción por flexión, el ladrillo con adiciones de 5 % de cartón reciclado presentó la mayor resistencia, con 10.38 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la menor se encontró en el ladrillo base, con 8.37 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto al soporte a la compresión de los pilotes de cimentación y muestras de cimentación, con y sin adiciones de cartón reciclado, se observó que la resistencia a la compresión de las pilas de base se dio de 30.88 kg/cm<sup>2</sup>, disminuyendo ligeramente a 30.36 kg/cm<sup>2</sup> con 1 % de cartón reciclado. En cuanto a la resistencia a la compresión diagonal de los muros de base, se registró un valor inicial de 3.59 kg/cm<sup>2</sup>, incrementándose a 3.86 kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación de un 1 % de cartón reciclado. Además, se determinó que la resistencia a la compresión de testigo de monterero fue de 89.99 kg/cm<sup>2</sup>. En conclusión, se estableció que los ladrillos que contienen adiciones de cartón reciclado, elaborados artesanalmente en el municipio de Bambamarca, cumplen con los estándares de clasificación como bloques de arcilla ornamentados y son aptos para su uso en la edificación de muros que no son portantes.

Reyes et al. (2020) proponen la “Elaboración de Ladrillos en base de Papel Bond Reciclado para Muros No portantes”. El objetivo fue determinar la proporción óptima para la fabricación de briquetas para muros no portantes, especialmente para aplicaciones en muros internos o tabiques, utilizando papel bond reciclado como componente principal. Se realizaron pruebas utilizando cinco combinaciones diferentes con las respectivas

conformidades: 1:1:1, 1:1:2, 1:1:3, 1:2:2 y 1:2:3 (cementos: arenas: reciclajes de papeles bonds). Estas combinaciones se utilizaron en la preparación de muestras cúbicas con una dimensión de borde de 10 cm, las cuales se sometieron a un período de secado de 28 días. Posteriormente se realizaron pruebas de compresión mediante equipos de prensa hidráulica. El objetivo principal de estos ensayos fue verificar si las resistencias obtenidas cumplían con los estándares mínimos establecidos en las regulaciones E.080 (Diseños y Construcciones con Tierras Reforzadas) y E.070 albañilería de la norma técnica peruana. La verificación estadística realizada, que incluyó pruebas ANOVA y el Test de Tukey, concluyó que la dimensión óptima para las fabricaciones de bloques conteniendo de papeles bond reciclados era la relación 1:1:1. Esta combinación no sólo cumplió con los estándares establecidos en el reglamento E.080 para bloques de adobe y en la norma E.070 para bloquetas de muro no portantes, sino que también superó los requisitos definidos en la norma E.070 para bloques de muro de adobe. carga, específicamente en ladrillos tipo I y tipo II. Estos resultados sugieren que los ladrillos con relación 1:1:1 son adecuados para aplicaciones en construcciones convencionales ubicadas en áreas clasificadas como zonas sísmicas 2 y 3, e incluso podrían usarse en la construcción de estructuras de hasta 2 pisos.

Segundo (2018), en su estudio titulada “Cenizas de bagazos de caña de azúcar como sustituto parcial del cemento Portland en la elaboración de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ”, se propuso determinar el porcentaje excelente de ceniza residual obtenida de la combustión de bagazo que se obtiene de caña de azúcar, con el fin de sustituir parcialmente los cementos portland en la fabricación de concreto con una resistencia  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . Desde el punto de vista metodológico, el diseño de este estudio se basó en un enfoque experimental y se clasificó como un diseño factorial. Se utilizaron dos factores diferentes, cada uno con tres repeticiones, dando como resultado un total de 36 tratamientos evaluados. Estas evaluaciones involucraron múltiples comparaciones entre diferentes combinaciones de dos variables: la edad de las muestras 7, 14 y 28 días y los

niveles de reemplazo de cemento 0, 6, 8 y 10 %. Los hallazgos de este análisis mostraron la aparición de una interacción significativa entre ambos factores estudiados, es decir, la edad de las muestras y el porcentaje de sustitución del cemento afectan de forma interdependiente el comportamiento de los materiales. Se observó particularmente que el reemplazo del cemento Portland al 8 % por CBCA tuvo un impacto notable en el incremento del soporte a la compresión. Se concluye que las muestras que contenían esta proporción exhibieron un aumento significativo en los valores de resistencia a la compresión aumentaron de 500 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días hasta alcanzar 820 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Esto representó un aumento considerable de 320 kg/cm<sup>2</sup> en contraste con las muestras de referencia (estándar).

### **3.1.3 A nivel regional y local.**

En la región y a nivel local existe una falta de información bibliográfica en relación a la investigación, solo se dispone de las siguientes investigaciones, que se muestran a continuación.

Paniura & Vargas (2023) en su investigación titulada “Influencia de cenizas de bagazos de caña de azúcar como agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto de fast track”. Tiene el objetivo principal determinar el impacto de las cenizas de bagazos que es de caña como componente fino en resistencia a la compresión de Concreto de vía rápida. El uso del concreto Fast Track en la edificación de pavimentaciones rígidos tiene como objetivo acelerar el tiempo de ejecución respecto al concreto habitual. En el sector de Pachachaca, situado en Abancay, se encuentra ceniza de bagazo de caña, subproducto del proceso de calcinación, que tiene potencial de uso en aplicaciones de construcción. Este escenario ha impulsado el estudio en el campo de la modernización de materiales, con el fin de mejorar tanto la resistencia a la compresión del concreto como reducir el tiempo necesario para la colocación de pavimentos rígidos. El estudio se realizó siguiendo un enfoque experimental, donde se varió la proporción de cenizas de bagazos provenientes de caña en el concreto en incrementos de 1, 3, 5, 10 y 15 % con respecto al

peso del asociado fino. Los ensayos se llevaron a cabo utilizando un total de 144 probetas de hormigón Fast Track, diseñadas para resistencias de  $f'c=210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ . Estas muestras fueron sometidas a evaluaciones mediante ensayos de compresión en intervalos de 12, 24, 48 y 72 horas desde su fabricación. Los resultados indicaron que al reemplazar las cenizas de bagazos de caña en la producción de concreto Fast Track con resistencias  $f'c=210$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , se obtuvo un aumento de  $+10.32 \%$  y  $+8.87 \%$  correspondiente, en resistencia a la compresión. Este incremento se evidenció al reponer el  $3 \%$  del peso total del aumentado fino, identificándolo como el porcentaje excelente para una maduración de 72 horas. Estos resultados subrayan el impacto significativo de la inclusión de ceniza de bagazo proveniente de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto Fast Track.

Ardiles & Huayta (2021), En su estudio denominado “Influencia de la ceniza de bagazo de caña como sustituto parcial del cemento Portland tipo I en la elaboración de unidades de albañilería Abancay, 2021”, realizaron su estudio con el objetivo de evaluar y determinar el Impacto de la ceniza de bagazo proveniente de caña como reemplazo temporal del cemento Portland Tipo I en la producción de albañilerías confinada. De diseño aplicado, ya que se basa en el manejo de teorías y leyes existentes para generar nuevo conocimiento y ofrecer soluciones innovadoras al problema planteado. En este estudio se exploraron los efectos de sustituir la ceniza de bagazo proveniente de caña en diversas proporciones, específicamente  $5$ ,  $10$  y  $15 \%$  en relación al peso total de cemento utilizado en el mortero convencional. El objetivo principal fue determinar si la inclusión de ceniza de bagazo tuvo un impacto significativo en el proceso de fraguado. La unidad de verificación fueron las individualizadas de albañilería, y los hallazgos de los ensayos ejecutados revelaron que la mayor resistencia a la compresión se logró incorporando un  $10 \%$  de ceniza de bagazo proveniente de caña en la composición del mortero, alcanzando una resistencia de  $37.81 \text{ kg/cm}^2$ , frente a los  $28.18 \text{ kg/cm}^2$  obtenidos con la mezcla de mortero estándar. Estos resultados sugieren una mejora sustancial en las características del

mortero, específicamente en su resistencia a la compresión, al incluir ceniza de bagazo proveniente de caña de azúcar.

## **3.2 Bases teóricas (en relación a las variables)**

### **3.2.1 Valorización de residuos sólido**

#### **3.2.1.1 Valorización**

La valorización se posiciona como la principal estrategia en la gestión y tratamiento de residuos, superando la disposición final. Este enfoque abarca una serie de prácticas que incluyen el aprovechamiento, la recuperación, el reciclaje y la conversión en energía; para su óptima ejecución se requiere la disponibilidad de infraestructura adecuada y debidamente autorizada (Villavicencio, 2022).

#### **3.2.1.2 Valorización de residuos sólidos**

La valorización de residuos sólidos implica una operación encaminada a reutilizar uno o más de sus componentes, con el fin de darles un nuevo uso sustituyendo otros recursos en los procedimientos de producción. En la valorización puede adoptar formas tanto materiales como energéticas (Arroyo Clemente, 2018).

#### **3.2.1.3 Residuos sólidos**

Un residuo sólido se caracteriza como cualquier objeto, material, sustancia o elemento producido como resultado del consumo o empleo de un producto o servicio. Los residuos son provenientes de áreas urbanas, en centros comerciales, en actividades agrícolas entre otros. La gestión de estos residuos debe priorizar la valorización, reservando la disposición final como último recurso (Bermúdez, 2007).

#### **3.2.1.4 Generación de residuos sólidos**

La generación de los residuos comienza en el punto de origen de su generación. El agente generador es la persona que como resultado de sus acciones genera residuos

sólidos, actuando en diversos roles como productores, importadores, distribuidores y comerciantes, se considera generador a cualquier entidad o individuo que posea residuos sólidos peligrosos. Por otra parte, los municipios son responsables de la actividad de recojo y limpieza en calles, hasta su disposición final. (MINAM, 2009).

El problema de los residuos sólidos en los entornos urbanos se atribuye a la alta densidad demográfica, lo que conduce a una generación amplificada de residuos sólidos debido al aumento de la actividad poblacional. (Ceballos Pérez, 2022).

### **3.2.1.5 Reutilización de residuos sólidos**

La reutilización de residuos sólidos es el proceso mediante el cual se les da un segundo uso a objetos o productos que originalmente fueron descartados como residuos sólidos. Se trata de tomar estos materiales y utilizarlos nuevamente, ya sea con el mismo fin para el que fueron creados o para un uso completamente diferente al que se pretendía inicialmente. (Reyna Pari, 2016).

Los residuos sólidos son definidos por Angelidaki et al. (2011) como material compuesto orgánico con una concentración de sólidos entre el 10 % y el 40 %. Doble y Kumar (2005), menciona los residuos sólidos se pueden dividir en varias categorías, incluidos los residuos domésticos o municipales, que engloban los residuos sólidos de los hogares y las zonas urbanas, como los escombros de construcción, los de saneamiento y los residuos de las calles. También tenemos los residuos industriales, que se originan en procesos productivos y actividades comerciales, finalmente, los residuos hospitalarios, que se generan en entornos sanitarios.

### **3.2.1.6 Dosificación óptima de los residuos (cartón, papel y bagazo de caña)**

La dosificación del concreto implica la combinación de materiales en diferentes proporciones con el fin de mejorar las características y calidad del material resultante. En esta perspectiva, se plantea la posibilidad de utilizar residuos sólidos como una opción para

enriquecer el concreto, dotándolo de mayor resistencia, durabilidad y facilidad de manejo. Además, esta práctica contribuye a la reducción del impacto ambiental en zonas donde la contaminación es preocupante, ya que se utilizan pequeñas cantidades de estos residuos sólidos, minimizando su influencia negativa sobre el medio ambiente (Quispe, 2018).

### **3.2.1.7 Materiales para elaboración de bloques (concreto, papel, cartón, bagazo de caña).**

#### **a) *El Concreto***

El concreto es una composición que comprende una combinación de cementos, arenas gruesas, piedras y agua. Conforme se produce la reacción química entre el agua y el cemento, la mezcla adquiere rigidez. La proporción de cada uno de estos materiales en la mezcla se determina de acuerdo a la resistencia especificada en los planos de diseño de la estructura. Es importante destacar que la resistencia de las columnas y techos debe exceder el soporte de los cimientos, así como los falsos pisos para asegurar la estabilidad y durabilidad de la edificación (Callister, 2007).

Después de colocar el concreto fresco, es fundamental asegurarse de que el cemento experimente su reacción química y desarrolle la resistencia necesaria. Este proceso es más importante durante los primeros 7 días, por lo que es importante mantener el concreto húmedo durante este período. Esta práctica se llama curado del concreto (Callister, 2007).

El concreto se caracteriza por dos fases fundamentales: una en estado fresco y otra en estado endurecido (Corporación Aceros Arequipa, 2010).

Las principales características del concreto en su fase fresca son:

- **Trabajabilidad:** La trabajabilidad del concreto se define en su estado fresco, abarcando las etapas de mezclado, transporte, vertido y compactación. La evaluación convencional de esta característica se realiza mediante la prueba de asentamiento, que utiliza una plataforma plana, un cono y una varilla metálica. En



esta evaluación se registra la altura que alcanza la masa de concreto cuando se vierte desde un molde de forma cónica. Una altura mayor significa que el concreto es más trabajable, mientras que una altura menor indica que el concreto está más seco y más difícil de manipular.

- **Segregación:** La segregación es un fenómeno que implica la separación de los agregados gruesos, como la piedra triturada, del resto de materiales presentes en la mezcla de concreto, resulta en una distribución no uniforme. Controlar este fenómeno es importante para evitar la producción de mezclas de mala calidad. Esta segregación se produce especialmente durante el transporte de concreto, por recorridos irregulares y extensos, donde la piedra tiende a depositarse en el fondo del vehículo que transporta, provocando el fenómeno de segregación.
- **Exudación:** La exudación en el concreto se manifiesta como el fenómeno donde parte del agua contenida en la mezcla tiende a migrar hacia la superficie. Es aconsejable controlar este fenómeno para evitar el debilitamiento de la superficie por exceso de concentración de agua. Esto puede ocurrir si el proceso de vibración del concreto se prolonga, provocando que se acumule más agua en la superficie de la que normalmente debería (Corporación Aceros Arequipa, 2010)
- **Contracción:** La contracción en el concreto se refiere a la variación en su volumen debido a la disminución de agua, la cual está influenciada por las condiciones de humedades y temperaturas ambientales. Controlar este fenómeno es imprescindible, ya que puede ocasionar la formación de rajaduras en el material. Una estrategia efectiva para mitigar este problema es asegurar un adecuado proceso de curado del concreto (Arequipa, 2010).

Por otra parte, las características del concreto en su estado endurecido son:

- **Elasticidad:** La elasticidad se refiere a la propiedad que tiene un material de poder deformarse dentro de ciertos límites y posteriormente recuperar su forma original.

Es decir, al ser sometido a deformación, el material puede volver a su estado inicial una vez cesa la fuerza que lo deformó.

- **Resistencia:** La resistencia del concreto se refiere a su capacidad para resistir y absorber cargas externas aplicadas al material. Para conseguir que el concreto cumpla con la resistencia especificada en los planos, es imprescindible utilizar cemento y áridos de primera calidad. Además, se debe garantizar un adecuado proceso de transporte, colocación, compactación y curado para que el concreto adquiera la resistencia deseada (Corporación Aceros Arequipa, 2010).

### ***b) El Papel***

El papel es un elemento fundamental que cumple una importante función como base de la escritura, desempeñando un papel importante en la comunicación humana, y además sirve como material de embalaje de diversos artículos y productos (Smith, 2006).

La producción de papel implica la transformación de una mezcla de fibras vegetales mediante una serie de procedimientos, entre ellos el refinado, el encolado y la pigmentación. Estos procesos incorporan diversos compuestos que configuran las características de la lámina final, que se presenta como una lámina delgada. Dicha hoja presenta atributos como brillo, blancura, textura, peso, contenido de humedad y transparencia, que definen sus características distintivas. La principal materia prima utilizada en este proceso es la celulosa (Smith, 2006).

La materia prima para la fabricación del papel se obtiene principalmente de tres fuentes: madera de árboles, fibras vegetales no maderables como el algodón o el lino, y fibras recicladas de papel y cartón. El papel se clasifica en dos tipos principales: el papel elaborado a partir de fibras vírgenes y el papel completamente reciclado, que utiliza fibras recuperadas de papeles y cartones previamente usados. La producción de papel reciclado reduce significativamente la generación de agua, energía y residuos, sin necesidad de talar más árboles (Smith, 2006).

### **c) El Bagazo de Caña de Azúcar**

El bagazo de caña de azúcar es un subproducto que se obtiene en grandes cantidades de la industria azucarera y ofrece oportunidades tanto en términos energéticos como socioeconómicos. En la producción de caña de azúcar, el bagazo juega un papel importante como fuente importante de energía. Esto se refleja en su alto valor energético en comparación con el fuel oil, donde 5 toneladas de bagazo bien utilizadas pueden sustituir una tonelada de petróleo. Además, desde una perspectiva medioambiental, su uso es considerable, ya que optimizando su eficacia como recurso contribuye al estímulo de las energías reemplazables. El aprovechamiento del bagazo ayuda a disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>, mitigar los efectos de la lluvia ácida y contrarrestar el efecto invernadero (Antolín, 2003).

El bagazo de caña de azúcares está formado por fibras lignocelulósicas que forman las paredes celulares, acompañadas de cierta cantidad de humedad, diversos extractos y diversos minerales. La proporción de estos componentes puede variar dependiendo de la parte de la planta y la variedad de caña de azúcar, sin embargo, en términos generales, la composición promedio tiende a rondar los siguientes rangos: celulosa 25 - 45%, hemicelulosa 25 – 45 %, 50 % y lignina 10 – 30 % (Antolín, 2003).

### **d) Cartón**

El cartón es un material que se produce superponiendo capas de papel. Este papel está elaborado a partir de fibras de celulosa, que se obtienen de la madera o del papel reciclado. A pesar de compartir su origen en las fibras de celulosa, el cartón se diferencia del papel por ser más grueso y tener un mayor peso por unidad de superficie, lo que se conoce como gramaje. (Villamizar Figueroa, 1992).

- **Cartón corrugado u ondulado.** Está formado por dos componentes principales: primero, la "flauta" o "médium", que consta de una o más hojas de papel corrugado dispuestas en la parte central. En segundo lugar, tenemos los "liners", que son

láminas de cartón que se colocan entre las capas de flautas para que actúen como separadores (Villamizar Figueroa, 1992).

- **Cartoncillo.** El material es más grueso y resistente que el primero mencionado, pero más delgado. Su característica principal es su flexibilidad y su capacidad para producir resultados de impresión de alta calidad. Debido a estas características, se utiliza ampliamente en el envasado de productos de consumo de rápido movimiento. (Villamizar Figueroa, 1992)
- **Cartón compacto.** El proceso de fabricación de este material implica la compresión de múltiples capas de papel, y comúnmente se prefiere el uso de papel reciclado para su producción. Es un material bastante rígido y destaca en la industria de la encuadernación. Es especialmente reconocible porque se utiliza como base para crear tableros de juegos de mesa y rompecabezas. (Villamizar Figueroa, 1992)
- **Cartón piedra o cartón gris.** Se obtiene combinando pasta de papel y yeso, dando como resultado un tipo de cartón extremadamente resistente y que no se ve afectado por la humedad. (Villamizar Figueroa, 1992)

### **3.2.2 Bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel**

#### **3.2.2.1 Características mecánicas**

Se refieren a la disposición de un material para resistir fuerzas o deformaciones cuando se aplica una carga. En términos simples, estas características están asociadas con la capacidad de un material para transmitir y resistir fuerzas o cambios en su forma. Los materiales actúan como componentes que responden al estrés y la deformación, oponiéndose a las fuerzas aplicadas. En conclusión, las cualidades de los materiales se refieren a su capacidad para transmitir o resistir variaciones de energía mecánica (Meyers, 2002).

### **a) Resistencia a la compresión**

La principal herramienta para evaluar la calidad de las bloquetas de concreto en albañilería es su resistencia a la compresión. Esta característica constituye la base de los métodos usados para estimar la resistencia de elementos estructurales, conforme a lo establecido en el reglamento Técnico Peruano (NTP 339.007). La mencionada resistencia se define sometiendo el conjunto a una fuerza de compresión directa, simulando su comportamiento sobre una pared. Durante el proceso de prueba, es importante asegurar la nivelación de las superficies de contacto superior e inferior en la máquina de compresión, garantizando así una distribución uniforme de la fuerza aplicada (Peñaherrera, 2001).

### **b) Resistencia a la flexión**

La resistencia a la flexión se define como la capacidad del material de concreto para resistir esfuerzos de tracción, siendo un factor importante en la evaluación de la capacidad de una viga de concreto no reforzado para resistir la fractura bajo momentos de flexión. Esta propiedad se evalúa aplicando una carga a la sección transversal de la viga de concreto, y se cuantifica mediante el módulo de rotura, expresado en kg/cm<sup>2</sup>. En esta característica influyen significativamente diversos factores, como el tipo, dimensiones y proporción de agregado grueso incorporado a la mezcla de concreto (Association, 2017).

### **3.2.2.2 Características físicas**

Las características de los materiales que no generan nuevas especificaciones cuando se observan o miden se conocen como características físicas. Estas características físicas. Se clasifican en dos categorías principales: características densas y características extensivas. Las características densas permanecen constantes independientemente del tamaño del sistema o la cantidad de material, mientras que las características extensivas varían con la cantidad de material presente. Esta clasificación sigue siendo válida mientras las muestras más pequeñas no se vean afectadas por procesos físicos o químicos.

Además, las características pueden ser homogéneas o heterogéneas según su distribución en el espacio (Meyers, 2002).

### **a) Absorción**

La absorción de agua se establece observando la cantidad de agua absorbida por un bloque, expresada como porcentaje de su peso seco, cuando se sumerge en agua. Esta medida se realiza de acuerdo con los lineamientos establecidos en la norma NTP 339.007. La capacidad de absorción de agua de un bloque está relacionada con su permeabilidad, es decir, su capacidad para dejar pasar el agua a través de ella. De la misma manera, afecta a la adherencia de bloque a otros materiales, como el mortero, y a su capacidad para resistir fuerzas o presiones específicas (Peñaherrera, 2001).

### **b) Variación dimensional de largo, altura y ancho**

El dimensionamiento requiere una medición precisa de las dimensiones individuales de cada bloque, al milímetro más cercano. Este proceso implica tomar tres medidas el largo, ancho y altura de cada bloque, luego calcular el promedio de estas medidas para obtener una estimación precisa de las dimensiones del bloque en cuestión (Peñaherrera, 2001).

### **c) Peso**

Se denomina peso volumétrico o peso unitario del agregado. Se refiere al peso en relación a un volumen específico, ya sea en estado suelto o compactado. Suele expresarse en kg/m<sup>3</sup> de material. Este valor es importante cuando se trabaja con agregados de diferente densidad y es necesario para calcular el concreto en función del volumen y no del peso, El peso unitario de un agregado denota la relación entre su masa y su volumen, siendo una medida relevante en la dosificación del concreto (Peñaherrera, 2001).

#### **d) Alabeo**

El alabeo es una imperfección que afecta a los bloques, se manifiesta como una deformación en la superficie de sus caras, ya sea en forma de concavidad o convexidad. Para medir la concavidad se utiliza una regla rectangular colocada a lo largo de los bloques, introduciendo una cuña en el punto de mayor curvatura hacia adentro. Para evaluar la convexidad, se colocan los bloques sobre una superficie plana y se insertan cuñas en las esquinas opuestas, buscando el punto donde ambas cuñas indican la misma medida, lo que indica la mayor curvatura hacia afuera. Estos métodos permiten cuantificar y evaluar las deformaciones superficiales en las caras de los bloques (Peñaherrera, 2001).

#### **3.2.2.3 Clasificación según el tipo (NTP ITINTEC 331.017)**

Los bloques se clasifican en cinco categorías según sus características:

- a) Tipo I.** Presenta muy baja resistencia y durabilidad. Se utiliza en construcciones de albañilería que requieren requisitos mínimos en las condiciones de servicio.
- b) Tipo II.** Tiene baja resistencia en cuanto a la resistencia y dureza. Se utiliza en construcciones de obrería que enfrentan condiciones de servicio moderadas.
- c) Tipo III.** Tiene resistencia y durabilidad de nivel medio. Apropiado para construcción en obras de uso general.
- d) Tipo IV.** Tiene alta resistencia y dureza. Recomendado para edificaciones en obra que enfrentan momentos de servicio fuertes o exigidos.
- e) Tipo V.** Se caracteriza por una altísima resistencia y durabilidad. Se utiliza en construcciones de obras que enfrentan situaciones de servicio especialmente fuertes particularmente rigurosas.

#### **3.2.2.4 Dimensiones y áreas (NTP ITINTEC 331.017)**

- a) Dimensiones especificadas.** Estas son las dimensiones a las que deben ajustarse los bloques según su designación.

**b) Dimensiones.** Dimensiones reales de los bloques.

- **Largo.** Es la dimensión más grande de la superficie para sentarse del bloque.
- **Ancho.** Es la dimensión más pequeña de la superficie de asiento del bloque.
- **Alto.** Es la dimensión perpendicular a la superficie de asiento de los bloques.

**c) Área bruta.** Es el área total de la superficie para sentarse, que se obtiene multiplicando su largo por su ancho.

**d) Área neta.** Es el área bruta menos el área vacía.

### 3.3 Definición de términos

- **Bloques:** Los bloques de cemento son elementos prefabricados que se distinguen por su menor tamaño respecto a los bloques tradicionales, y de muy pesados (Peña, 2011).
- **Construcción sustentable:** Se refiere a un sistema constructivo que tiene como objetivo asegurar la construcción de diversas obras civiles sin comprometer la calidad de vida ni el medio ambiente, preservando así los recursos para las generaciones futuras (Maquín, 2017).
- **Contaminación:** Es una modificación en un sistema o ambiente, donde un elemento influye negativamente en su estado o condiciones (Maquín, 2017).
- **Disposición final de residuos:** Consiste en la colocación y contención permanente de aquellos residuos que no pueden ser reutilizados por el fin de retener la contaminación y disminuir los peligros para la salud pública y el medio ambiente (Medina Castelblanco, 2016).
- **Gestión integral de residuos sólidos:** Esto implica la adopción de decisiones informadas sobre la gestión óptima y sostenible de los residuos, teniendo en cuenta todos los aspectos relevantes del proceso (Medina Castelblanco, 2016).



- **Impacto ambiental:** Se refiere a cualquier alteración en el medio ambiente, tanto positiva como negativa, que sea resultado, total o parcial, de acciones, prácticas ambientales derivadas directamente de las actividades (Medina y Forero, 2016).
- **Prevención de la Contaminación:** Implica la adopción de acciones encaminadas a reducir los efectos negativos sobre el medio ambiente a través de una administración pertinente de los procesos y recursos disponibles (Medina y Forero, 2016).
- **Reutilización de residuos:** Se refiere a un grupo de medidas encaminadas a recuperar el valor de los residuos sólidos. Las estrategias reconocidas para este fin abarcan la reprocesamiento, el restablecimiento y el reemplazo (Bolaños, 2011).
- **Reciclaje:** El procedimiento, al que se somete un material con el fin de reincorporarlo a una secuencia de actividades dentro de un sistema en el que los recursos se utilizan en el que se originó o en uno diferente (Medina y Forero, 2016).
- **Residuos sólidos no aprovechables:** Se refiere a cualquier material sólido o semisólido, ya sea de origen orgánico, putrescible no, generado por actividades habituales, de industrial, de comercial, de institucional de servicios, y que no presenta contingencia alguna de utilización, reutilización (Medina y Forero, 2016).
- **Residuos:** Son cualquier material resultante de actividades habituales, fábricas, comercios, corporaciones de servicios, que pueden estar en estado sólido, semisólido, contenidos en contenedores líquidos, gaseosos, y que pueden ser susceptibles de recuperación (Medina y Forero, 2016).
- **Reutilización:** Se refiere a cualquier actividad que permita la reutilización directa del bien, artículo o elemento que compone los residuos sólidos, con el fin de servir al mismo fin para el que fue creado inicialmente. (Sinia, 2009)

- **Valoración:** El objetivo es reutilizar los residuos o algunos de sus materiales, reemplazando otros recursos en los procesos productivos, para fines útiles. La recuperación puede ser material o energética (Decreto Legislativo N° 1278, 2017).
- **Valorización:** implica el proceso de seleccionar y extraer residuos sólidos para someterlos a un procedimiento de reciclaje, transformándolos en materiales primos útiles para la creación de nuevos productos (Medina y Forero, 2016)
- **Valorización de residuos:** Es las actividades productivas y de suministro en recursos con potencial económico. Este enfoque abarca diversas prácticas, como la reutilización de materiales inorgánicos y metales, la producción de energía, la creación de compost y fertilizantes, junto con diferentes procesos biológicos (Decreto Legislativo n° 1278 de 2017).

## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1 Tipo y nivel de investigación**

#### **4.1.1 Tipo de investigación**

Es de tipo aplicada, como señalan Hernández et al (2014), lo que implica la intención de generar nuevo conocimiento o abordar un problema específico. Esta investigación se aplica en esta tesis para aprovechar los residuos sólidos en la elaboración de bloques ecológicos de concreto simple. Se considera directamente aplicable debido a su enfoque, ya que se utiliza el conocimiento existente para resolver problemas específicos y promover soluciones amigables con el medio ambiente. Esta iniciativa contribuye al progreso y mejora de la sociedad.

#### **4.1.2 Nivel o alcance de investigación**

El nivel el trabajo es explicativo, enfocado a investigar las causas y manifestaciones de un fenómeno, Hernández et al. (2014). Es por contraste de la transformación de cartón, papel y bagazo de caña, es decir, se mejoró el procedimiento de reciclaje de esta manera, reducir los niveles de contaminación.

### **4.2 Ámbito temporal y espacial**

#### **4.2.1 Temporal**

El estudio se inició en el mes de marzo de 2023 y concluyó en el mes de marzo de 2024.

#### **4.2.2 Espacial**

Este estudio se realizó en la empresa de la bloquetera "VITO E.I.R.L", especializada en la fabricación de bloques, situada en el distrito de Abancay, que políticamente pertenece a la provincia de Abancay, de la región de Apurímac, se encuentra en el sureste del Perú. Al norte del valle del río Pachachaca y al pie del nevado Ampaya, a una altitud de 2 377 metros sobre el nivel del mar, en la vertiente

oriental de los Andes. Abancay presenta una temperatura media anual de 23.8 °C, con mínimas de 11.7 °C. El clima predominante es de tipo templado seco y cuenta con una población aproximada de 89 025 habitantes; geográficamente está dentro de las coordenadas: Latitud: 13°38'00" S, Longitud: 72°53'00" W.

**Figura 1**

*Localización geográfica del área de estudio, bloquetera Vito.*



*Nota.* La elaboración de bloques ecológicos se llevó a cabo en la bloquetera Vito, ubicada en el distrito de Abancay, en la región de Apurímac.

### 4.2.3 Social

El trabajo de investigación se utilizó a beneficio de población del distrito de Abancay, que contribuye en la mitigación causados por residuos sólidos, que afectan negativamente la salud pública y el medio ambiente.

#### **4.2.4 Conceptual.**

Los bloques ecológicos son elementos prefabricados utilizados en construcción, que están diseñados para reducir el impacto ambiental. Estos bloques están hechos con materiales reciclados. Estos residuos se originan en el inmueble administrativos, industrias, comercios tienen potencial de generación de nuevo valor al ser aprovechado y transformado en nuevo producto. (Perez Sandoval, 2020). La elaboración de bloques ecológicos, contribuirá en la reducción de contaminantes al planeta y mejorar la salud en general. (Caballero Meza, 2017).

En cuanto a la definición conceptual del estudio, se inicia con el proceso de la recolección de residuos sólidos de cartones, papeles y bagazos de cañas, seguido de su fragmentación, remojo, secado, preparación de la mezcla, moldeado, curado de los bloques, realización de pruebas de presión y verificación de datos para analizar la resistencia de los bloques.

### **4.3 Población, muestra y muestreo**

#### **4.3.1 Población**

La población de estudio se define como el conjunto total de unidades de investigación. La elección de la población y la metodología para obtener la población adecuada y representativa de la muestra son elementos fundamentales en el diseño de la investigación, ya que afectan la validez y la representatividad de los resultados (Paitán, 2014). El alcance de este estudio se enfocó en una población compuesta por 60 bloques simples de concreto ecológico, los cuales fueron adicionados con cartón, bagazo de caña y papel. En esta población de bloques se realizaron análisis de pruebas tanto físicas como mecánicas.

**Figura 2**

**Bloques ecológicos simple de concreto con cartón, bagazo de caña y papel**



*Nota:* Bloques con cartón, papel y bagazo de caña con las dosis en comparación después de análisis de resistencia de flexión.

### **4.3.2 Muestra**

Para este estudio se utilizaron 60 unidades de bloques rectangulares con dimensiones de 24 cm x 14 cm x 10 cm (largo x ancho x alto). La repetición en la investigación se realizó utilizando las mismas dosificaciones y concentraciones de residuos sólidos. Cada tratamiento se repitió tres veces para evaluar la precisión de los resultados. Se implementó un diseño experimental con tres repeticiones, resultando un total de 60 unidades de bloques.

Según Romaina (2012), el número de repeticiones en la misma investigación con tratamientos iguales se realiza dos o más veces, el procedimiento brinda mayor precisión en la medición, el efecto el tratamiento estima menor error en experimento, si es mayor a dos tratamientos incrementa la precisión con que se estima el promedio y las pruebas de significancia.

### 4.3.3 Muestreo

El muestreo no probabilístico por conveniencia, también conocido como muestreo censal según lo propuesto por Tamayo (2003), se lleva a cabo cuando el investigador selecciona los elementos o unidades de la población que considera representativos para su estudio. En este caso específico de investigación, se han considerado 60 bloques rectangulares como elementos a estudiar.

## 4.4 Técnicas e instrumentos

### 4.4.1 Técnicas

En este estudio, se emplearon diversas técnicas, incluyendo observación, para la experimentación se realizó la revisión de normas técnicas peruanas de albañilería y análisis de las características físicas y mecánicas de los bloques en laboratorio. Las pruebas se llevaron a cabo en cuatro etapas, cuyos resultados se registraron en fichas (Anexo 2).

#### Tabla 2

*Etapas para realizar la investigación, bloques ecológicos simple de concreto con cartón, bagazo de caña y papel.*

Etapas	Detalles	Tiempo de duración
Preparación de materiales	Cartón y papel: Se utilizo cartón y papel en forma de pellets con granulometría de 5mm. Bagazo de caña: Evaluación del porcentaje de humedad en 35%, lavado de las fibras. Corte de fibra con una granulometría de 15 a 25mm. Preparación: Pasa a través de un proceso de selección de material, trozado, remojado, secado, preparación de mezcla y moldeado y curado.	22 días

Elaboración de bloques ecológicos	de	Elaboración de bloques: Bajo la Norma Técnica de Edificación E.080 “Diseño y reglamento nacional de construcción” y E.070 “Albañilería” del Reglamento Nacional de Edificaciones.	3 días
Realización de ensayos de características físicas, mecánicas	de	Curado: Bajo la Norma Técnica peruana 339.033; los bloques fueron sumergidos en conteniendo agua.  Ensayo: Según la Norma Técnica Peruana NTP 399.604 (Método de ensayo estándar para tensiones en unidades de mampostería o bloques de concreto).	28 días
Análisis de datos		Se realiza el análisis y se estudian los resultados con análisis estadístico (ANOVA y test de Tukey	3 días

---

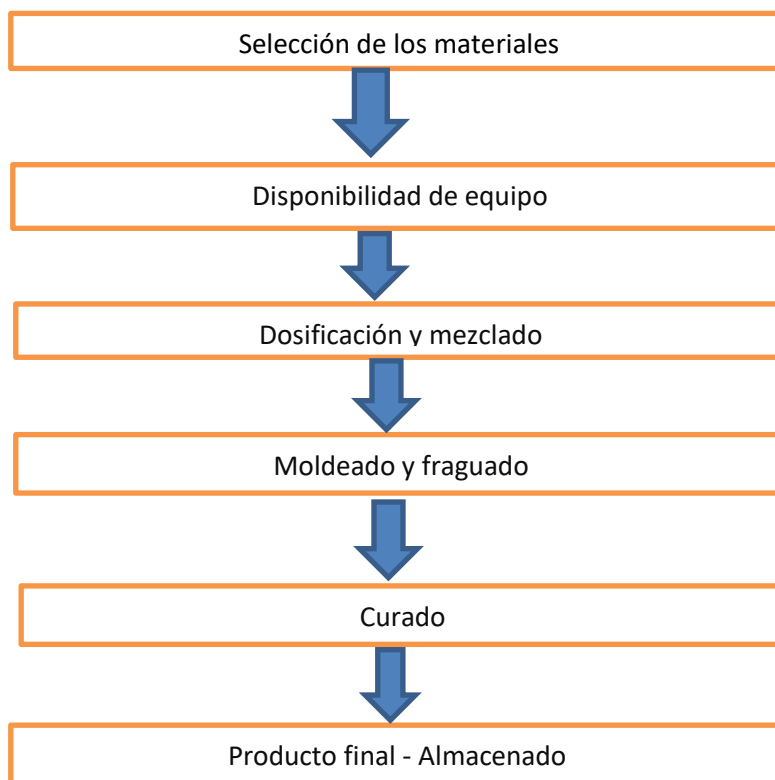
*Nota.* Como instrumento de recolección de datos se utilizó la ficha de recolección de datos, posteriormente se realizó el análisis de los experimentos con los bloques.

### **A. Elaboración los bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel, para la valorización de residuos sólidos**

Para la elaboración de bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel, se ha considerado el uso de materiales usados en la elaboración de los bloques (ver Anexo 6). Se ha evaluado el siguiente esquema de procesamiento



**Figura 3**  
*Flujograma de elaboración de bloques*



*Nota.* Elaboración propia.

**a) Selección de los materiales.**

Se selecciono los materiales de buena calidad, como el cartón, papel y bagazo de caña libre de impurezas. La clasificación de arena fina se encuentra con una granulometría de 0.075 a 0.425 milímetros y arena grueso con una granulometría de 2 a 3 milímetros, el cemento en buenas condiciones, agua libre de impurezas y limpia. (Anexo 7).

**b) Disponibilidad de equipo.**

Para la elaboración de bloque ecológicos se debe tener a disposición equipos principales como molde metálico, mesa vibradora que funciona con energía eléctrica de 220 voltios este permite que asiente uniforme en el molde, elimina el aire.

**c) Dosificación y mezclado.**

En la dosificación se utilizaron las cantidades de material en tratamiento primero 1.5 kg, 5 L, 1.5 kg, 3 kg, 0.5 kg, tratamiento segundo 1.5 kg, 5 L, 1.2 kg, 3 kg, 0.8 kg,

tratamiento tercero 1.5 kg, 5 L, 1 kg, 3 kg, 1 kg. cemento, agua, arena fina, área gruesa y residuos sólidos (cartón, bagazo de caña y papel), se empieza con la realización de la mezcla primero en seco, seguido se agregó agua constantemente hasta tener la contextura adecuada, aproximadamente 5 minutos. (Anexo 10).

#### **d) Moldeado y fraguado.**

El llenado del molde se realizó de forma paulatina, añadiendo capas de mezcla mientras se aplicaba vibración. La vibración debe mantenerse hasta que se observe la creación de una capa de agua en la superficie, lo que indica el momento adecuado para el desmolde. El desmoldeo se ejecutó con precaución sobre una superficie plana, evitando golpear los bloques y minimizando la manipulación. (Anexo 10).

#### **e) Curado.**

Para el curado se cubre el bloque con plástico transparente durante un día, después se realiza el regado o curado por un plazo de 7 días. (Anexo 14).

#### **f) Almacenado.**

Los bloques se mantienen secos y protegidos de la humedad, hasta el día que se realizara el control de calidad o ensayo de resistencia, cada bloque tiene código de identificación (cada bloque es identificado con kg de residuo que se utilizó e inicial de cada residuo utilizados) (Anexo 11).

### **B. Determinación la dosificación de la mezcla óptima de bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel, para la valorización de residuos sólidos.**

Este proceso inició con la recolección de residuos como cartón, papel y bagazo de caña en buenas condiciones, pasando por los procesos de trituración o picado, remojo (Anexo 8), secado (Anexo 9), donde el cartón y el papel tienen una granulometría 5 mm y el bagazo de caña de azúcar tiene un tamaño de granulometría de 2 a 5 mm. La

dosificación es la proporción de agregados, agua, cemento, residuos de cartón, bagazo de caña y papel que componen la mezcla para la elaboración de los bloques (Anexo 10), la dosificación de los materiales se realizó en kg, como en las siguientes tablas.

**Tabla 3**

**Cantidad en peso de los materiales para la elaborar bloques con cartón**

Testigo y Tratamiento	Cemento (kg)	Agua (L)	Arena fina (kg)	Arena gruesa (kg)	Cartón (kg)	Cartón que reemplaza parte de arena fina (c) %	Cartón utilizado en bloques con respecto a todo el material 6.5kg = 100%
Testigo	1.5	5	2	3	0.00	0	0 %
T1	1.5	5	1.5	3	0.5	25	7.7 %
T2	1.5	5	1.2	3	0.8	40	12.30 %
T3	1.5	5	1	3	1	50	15.39 %

Nota: C.- 0, C-25,C- 40 y c- 50 se refiere al % de cartón que reemplazó parte de la arena fina.

**Tabla 4**

**Cantidad en peso de los materiales para la elaborar bloques con bagazo de caña.**

Testigo y Tratamiento	Cemento (kg)	Agua (L)	Arena fina (kg)	Arena gruesa (kg)	Bagazo (kg)	Bagazo de caña que reemplaza parte de arena fina (B) %	Bagazo de caña utilizado en bloques con respecto a todo el material 6.5kg = 100%
Testigo	1.5	5	2	3	0.00	0	0 %
T1	1.5	5	1.5	3	0.5	25	7.7 %
T2	1.5	5	1.2	3	0.8	40	12.30 %
T3	1.5	5	1	3	1	50	15.39 %

Nota: B-0, B-25, B-40 y B-50 se refiere al % de bagazo de caña que reemplazó parte de la arena fina.

**Tabla 5**

Cantidad en peso de los materiales para la elaboración bloques con *papel*.

Testigo y Tratamiento	Cemento (kg)	Agua (L)	Arena fina (kg)	Arena gruesa (kg)	papel (kg)	Papel que reemplaza parte de arena fina (P) %	Papel utilizado en bloques con respecto a todo el material 6.5kg = 100%
Testigo	1.5	5	2	3	0.00	0	0 %
T1	1.5	5	1.5	3	0.5	25	7.7 %
T2	1.5	5	1.2	3	0.8	40	12.30 %
T3	1.5	5	1	3	1	50	15.39 %

Nota: P-0, P-25, P-40 y P-50 se refiere al % de papel que reemplazó parte de la arena fina.

### **Cantidad de materiales utilizados para la elaboración de bloques ecológicos.**

- Cartón corrugado: se utilizó en total 6.9 kg de cartón con una granulometría de 5 mm.
- Papel bond: se utilizó en total 6.9 kg de papel con una granulometría de 5 mm.
- Bagazo de caña: se utilizó en total 6.9 kg de bagazo de caña con una granulometría de 15 a 25 mm.
- Arena gruesa: se utilizó en total 84 kg con una granulometría de 2 a 3 mm.
- Arena fina: se utilizó en total 35.3 kg con una granulometría de 0.075 a 0.425 mm.
- Agua: se utilizó en total 140 litros de agua limpia.
- Cemento: se utilizó en total 42 kg de cemento.

### **C. Determinación las características mecánicas y físicas de los bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel, para la valorización de residuos sólidos.**

Para determinar las características mecánicas y físicas, se empleó el esfuerzo a través de una prensa hidráulica. Se realizó el ensayo de la resistencia de los bloques mediante pruebas de módulo de ruptura en flexión, compresión paralela y compresión perpendicular. Los resultados obtenidos se registraron en fichas. Este proceso se llevará a cabo en seis pasos, detallados a continuación (Anexo 3).

### **a) Determinación de peso unitario**

Para determinar el peso, se utilizó balanza analítica calibrada, estable se procede a pesar cada bloque que ya viene identificada con iniciales de cada residuo utilizado y cantidad de residuo que contiene en kg, se completa la ficha con sus respectivos pesos en kg que corresponde a cada bloque (Anexo12).

### **b) Determinación de dimensiones**

Se realizó la medición de dimensiones, se utiliza una regla y calibrador vernier para obtener en dimensional en cm, el procedimiento se realiza sobre una mesa estable, se mide el largo, ancho y altura de cada bloque, obteniendo el resultado la variación dimensional en %, de esta manera se determina las características físicas de las unidades de bloques.

### **c) Determinación de alabeo.**

El objetivo es determinar la deformación superficial de las caras de cada bloque en milímetros. Para realizar las mediciones se utiliza una escuadra y una cuna de acero graduada al medio milímetro. El procedimiento se realiza sobre una mesa estable. Para evaluar la concavidad, coloque la regla de una regla a lo largo de los bloques e inserte la cuña en el punto de mayor curvatura. Respecto a la medida de la convexidad, se coloca el bloque sobre una superficie plana y se introducen cuñas en dos esquinas opuestas, buscando el punto en el que ambas cuñas indiquen la misma medida. Como resultado se registra el valor máximo obtenido.

### **d) Determinación de absorción.**

Para determinar la absorción de bloques. Se inicia con remarcación de los códigos que lleva cada bloque, seguido se sumerge a una tina con agua. La capacidad de absorción de agua se cuantifica como la cantidad de agua acumulada o saturada en los bloques, expresada como porcentaje del peso seco del material, al sumergirse en agua. Esta

característica guarda relación con la permeabilidad de bloques y su potencial para desarrollar resistencia (Anexo15).

$$Abs\% = \frac{B-A}{A} \times 100 \%$$

Abs %: Absorción  
A: Peso seco (kg)  
B: Peso saturado (Kg)

### e) Determinación a la resistencia de compresión.

Para su determinación, se emplea una prensa hidráulica que aplica un esfuerzo de compresión directa sobre bloques, en la misma orientación en la que opera en un entorno paralelo. Durante el ensayo, es importante asegurar que la superficie superior e inferior de la prensa de compresión estén niveladas de manera uniforme, con el fin de garantizar una distribución homogénea al esfuerzo aplicada a bloques. Los resultados obtenidos se transcribirán en fichas.

$$A = l \times a$$

A: área (cm<sup>2</sup>)  
l: lado (cm)  
a: ancho (cm)

$$F = A / DIAL \ CARG$$

F: esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)  
A: área (cm<sup>2</sup>)  
DIAL CARG: Prensa hidráulica  
(Kg/cm<sup>2</sup>) o (MPa)

### f) Determinación a la resistencia de flexión.

Se utiliza una prensa hidráulica para determinar la resistencia de los bloques se aplica esfuerzo a los bloques de sección transversal. La resistencia a la flexión se expresará como módulo de rotura en kg/cm<sup>2</sup> y los resultados obtenidos se registrarán en ficha.

$$A = l \times a$$

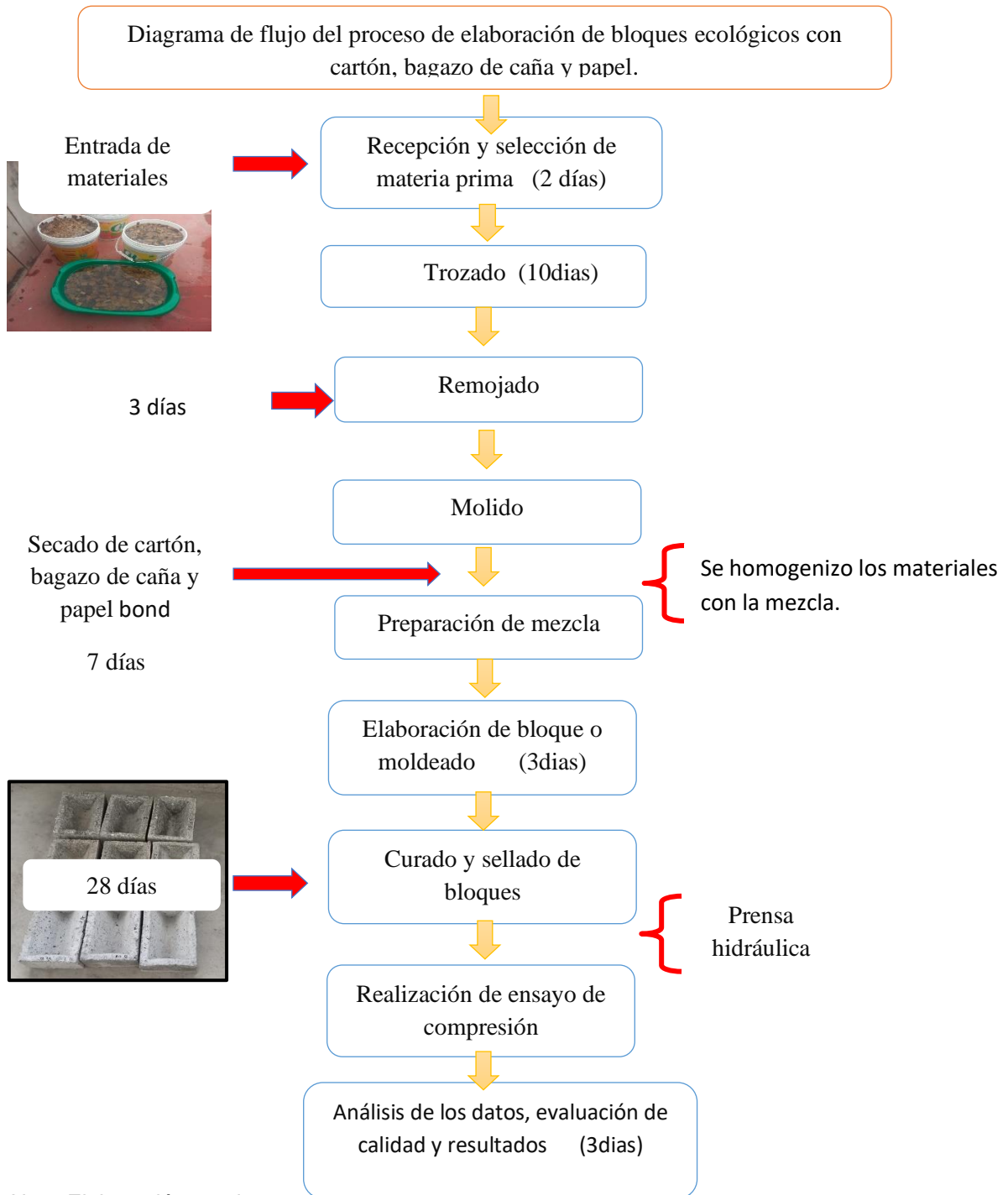
A : área (cm<sup>2</sup>)  
l: lado (cm)  
a: ancho (cm)

$$F = A / DIAL \ CARG$$

F: esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>)  
A: área (cm<sup>2</sup>)  
DIAL CARG: Prensa hidráulica  
(Kg/cm<sup>2</sup>) o (MPa)

**Figura 4**

*Flujo grama de elaboración de bloques ecológicos simples con cartón, bagazo de caña y papel*



#### **4.4.2 Instrumentos**

- Ficha de recolección de datos

##### **Materiales y equipos de trabajo**

- Cartón corrugado
- Papel bond
- Bagazo de caña
- Arena fina
- Arena gruesa
- Agua
- Cemento

##### Equipos de trabajo.

- Prensa hidráulica.
- Mesa vibratoria
- Molde de metal para bloque
- Balanza

##### Materiales de campo.

- Cámara fotográfica
- Marcadores de tinta indeleble
- Libreta de apuntes
- Lapiceros
- Papel
- Wincha
- Regla
- Calibrador vernier

##### Materiales de escritorio

- Papel bond
- Computadora portátil

##### Software

- Microsoft Office 2016
- SPSS Análisis de varianza (ANOVA).



#### **4.5 Procedimientos estadísticos**

Los datos obtenidos de la investigación fueron procesados a través de tablas y figuras las cuales serán interpretadas de manera descriptiva. Para evaluar la hipótesis general se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de las medias. Posteriormente se realizó la prueba de Tukey para identificar y establecer diferencias significativas entre grupos, con el fin de determinar la viabilidad de utilizar bloques que mostraran un rendimiento superior.

#### **4.6 Análisis de datos**

Este trabajo es de diseño experimental con tres repeticiones, sumando un total de 60 unidades que se experimentaron, la variable se mantiene constante y el producto se mide con resultados obtenidos de laboratorio. De acuerdo con las indicaciones de Hernández et al. (2014), prosiguiendo, se presenta la representación gráfica del diseño experimental.

**GE: O1 \_\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_ O2**

Donde:

O1: Medición del grupo antes del experimento

X: Tratamiento de valorización de cartón, bagazo de caña y papel.

O2: Medición del grupo después del experimento.

#### **4.7 Consideraciones éticas**

En esta investigación se respeta el patrimonio intelectual y éticos por parte del investigador, respetando la originalidad y fuente de la información, se respeta el derecho de autor. La estructura y presentación del documento se hace en base a los lineamientos de la universidad y bajo las normas APA.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Resultados

#### 5.1.1 Características físicas de bloquetas ecológicas producidos con cartón, bagazo de caña y papel.

##### 5.1.1.1 Dimensión de Largo (cm)

**Tabla 6**

*Datos observados en la prueba de Dimensión Largo (cm) de bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel.*

Dimensión Largo (cm)	Testigo	Bagazo (1000 gr)	Bagazo (800 gr)	Bagazo (500 gr)	Cartón (1000 gr)	Cartón (800 gr)	Cartón (500 gr)	Papel (1000 gr)	Papel (800 gr)	Papel (500 gr)
R1	24	23.85	23.85	23.85	23.85	24	23.9	24	23.5	23.8
R2	24.1	23.85	24	23.9	23.9	24	24	24.15	23.5	23.8
R3	24.15	24	23.5	23.8	23.85	23.9	23.9	24.1	23.5	23.8
Suma	72.25	71.7	71.35	71.55	71.6	71.9	71.8	72.25	70.5	71.4
Promedio	24.08	23.9	23.78	23.85	23.87	23.97	23.93	24.08	23.5	23.8
Desv. Est.	0.08	0.09	0.26	0.05	0.03	0.06	0.06	0.08	0	0

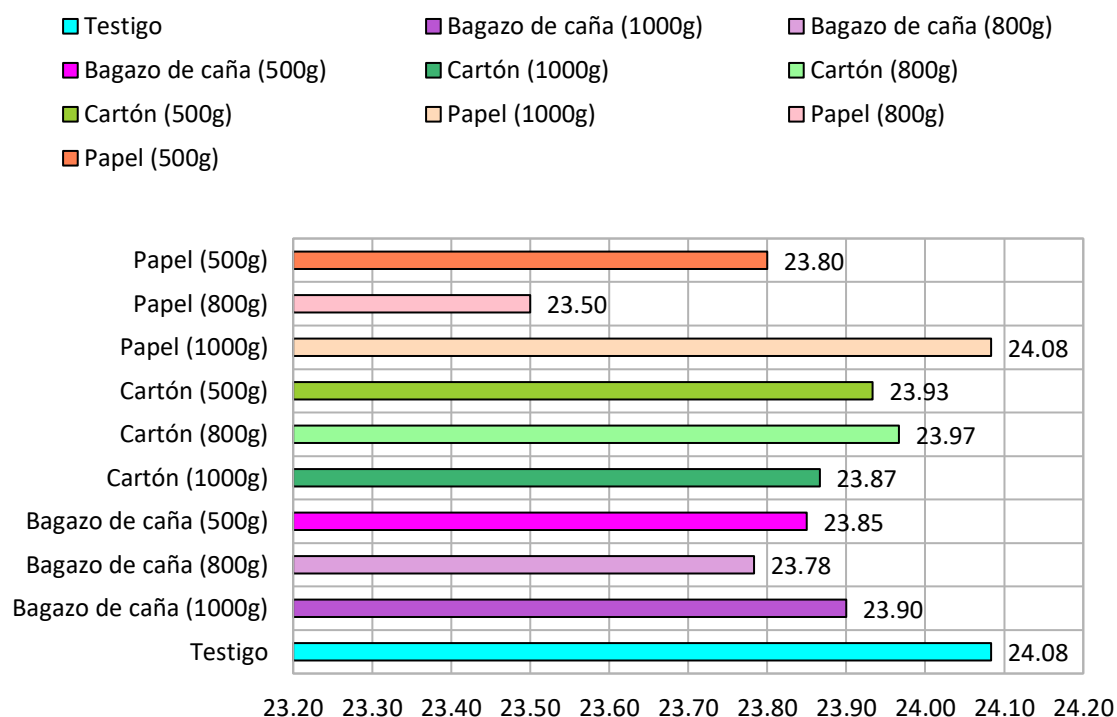
*Nota.* Elaboración propia

En la tabla (6) se presenta los datos observados en la prueba de Dimensión Largo (cm) de bloquetas ecológicas con sustitución de arena por cartón (1 000 gr, 800 gr y 500 gr), bagazo de caña (1000 gr, 800 gr y 500 gr) y papel (1 000 gr, 800gr y 500gr) en diferentes cantidades, en ella se observa que las bloquetas sin tratamiento (Testigo) tiene el promedio de Dimensión Largo (cm) de 24.08 cm, mientras que las bloquetas tratadas con Bagazo de caña (1 000 gr) tiene el promedio de Dimensión Largo (cm) de 23.9 cm, luego las bloquetas tratadas con Bagazo de caña (800 gr) tiene el promedio de 23.78 cm, luego las bloquetas tratadas con Bagazo de caña (500 gr) tiene el promedio de 23.85 cm, las tratadas con Cartón (1000 gr) 23.87 cm en promedio, las bloquetas tratadas con Cartón

(800 gr) 23.97 cm en promedio, las tratadas con Cartón (500 gr) 23.93 cm en promedio, las bloquetas tratadas con Papel (1000 gr) 24.08 cm en promedio, las bloquetas tratadas con Papel (800 gr) 23.5 cm, en promedio y finalmente las bloquetas tratadas con Papel (500 gr) tiene el promedio de Dimensión Largo (cm) de 23.8 cm. La figura (5) muestra los promedios de Dimensión Largo (cm) gráficamente.

### Figura 5

*Promedios de Dimensión Largo (cm) de bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel.*



Nota. Elaboración propia.

### Tabla 7

Análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Dimensión Largo (cm) de bloques ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel.

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico
Entre grupos	0.76	9	0.08	8.93	0	2.39
Dentro de los grupos	0.19	20	0.01			
Total	0.95	29				
Promedio General			C.V. (%)	0.41		

Nota. Elaboración propia.

En la tabla (7) se visualiza análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Dimensión Largo (cm) de bloquetas ecológicas con sustitución de arena por cartón, bagazo de caña y papel en diferentes cantidades, en ella se observa que el Valor P entre los promedios de las bloquetas tratadas con residuos sólidos es 0.000 menor a 0.05, por lo tanto, estadísticamente existe diferencia altamente significativa entre los promedios de Dimensión Largo (cm), es decir al menos dos de los tratamientos, estadísticamente tienen los promedios diferentes.

**Tabla 8**

*Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de los promedios de Dimensión Largo (cm) de bloquetas ecológicas con cartón, bagazo de caña y papel.*

Tratamientos	Promedio	Grupo
Papel (1000 gr)	24.08	A
Testigo	24.08	A
Cartón (800 gr)	23.97	A B
Cartón (500 gr)	23.93	A B
Bagazo (1000 gr)	23.9	A B
Cartón (1000 gr)	23.87	A B
Bagazo (500 gr)	23.85	A B
Papel (500 gr)	23.8	B
Bagazo (800 gr)	23.78	B
Papel (800 gr)	23.5	C

*Nota.* Elaboración propia.

En la tabla (8) se visualiza análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Dimensión Largo (cm) de bloquetas ecológicas con sustitución de arena por cartón, bagazo de caña y papel en diferentes cantidades, en ella se observa que as bloquetas de papel con 1000 gr y el testigo tienen los mayores promedios de longitud con 24.08 cm, formando el grupo A. Las bloquetas de cartón con 800 gr, cartón con 500 gr, bagazo con 1000 gr, cartón con 1000 gr y bagazo con 500 gr presentan promedios ligeramente inferiores, agrupándose en los grupos A y B, con valores entre 23.97 cm y

23.85 cm. Las bloquetas de papel con 500 gr y bagazo con 800 gr, con promedios de 23.8 cm y 23.78 cm respectivamente, están en el grupo B. Finalmente, las bloquetas de papel con 800 gr tienen el promedio más bajo de 23.5 cm, formando el grupo C. Comparando estos resultados con la Norma Técnica Peruana (NTP) que establece un valor de 24 cm para la longitud de las bloquetas, se observa que las bloquetas de papel con 1000 gr y el testigo cumplen con este estándar, mientras que las demás variaciones presentan ligeras desviaciones. Aunque la mayoría de los tratamientos se encuentran cerca del valor normativo, las desviaciones pueden afectar la uniformidad y calidad estructural según los requisitos de la NTP.

### 5.1.1.2 Dimensión de Ancho (cm)

**Tabla 9**

*Datos observados en la prueba de Dimensión Ancho (cm) de bloquetas ecológicas con cartón, bagazo de caña y papel.*

Dimensión	Testigo	Bagazo (1000 gr)	Bagazo (800 gr)	Bagazo (500 gr)	Cartón (1000 gr)	Cartón (800 gr)	Cartón (500 gr)	Papel (1000 gr)	Papel (800 gr)	Papel (500 gr)
R1	14.00	14.10	14.50	14.30	14.35	14.50	14.30	14.10	14.03	13.80
R2	14.15	14.10	14.45	14.28	14.50	14.55	14.40	14.05	14.05	13.95
R3	14.10	14.08	14.40	13.25	14.30	14.40	14.35	14.15	14.00	13.90
Suma	42.25	42.28	43.35	41.83	43.15	43.45	43.05	42.3	42.08	41.65
Promedio	14.08	14.09	14.45	13.94	14.38	14.48	14.35	14.10	14.03	13.88
Desv. Est.	0.076	0.012	0.050	0.601	0.104	0.076	0.050	0.050	0.025	0.076

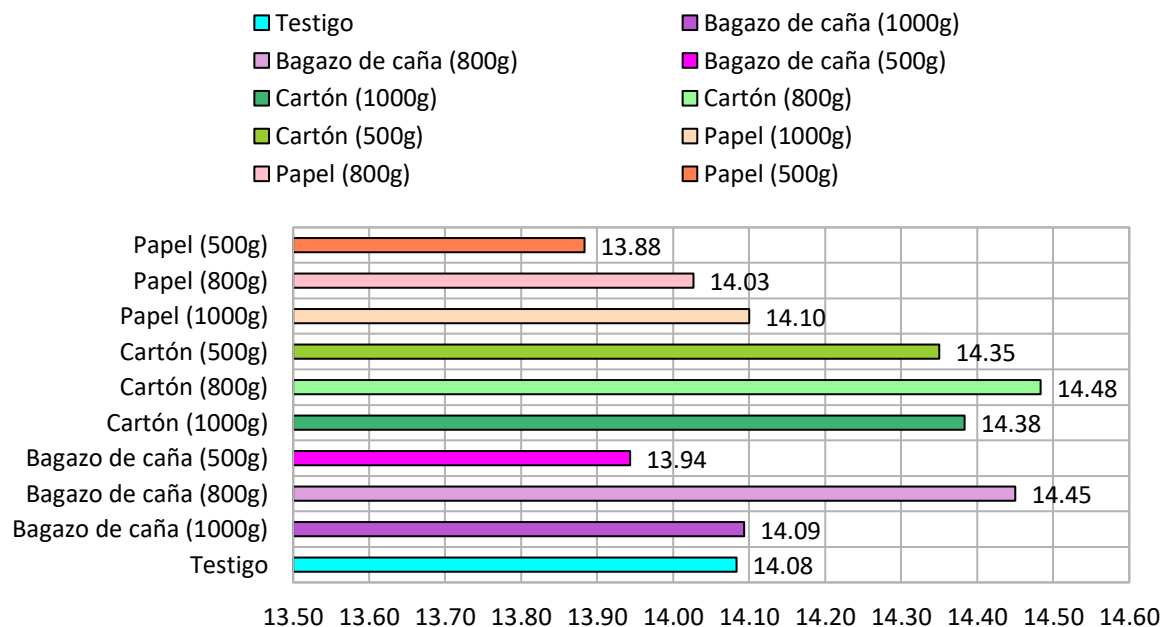
*Nota.* Elaboración propia.

En la tabla (9) se presenta los datos observados en la prueba de Dimensión Ancho (cm) de bloquetas ecológicas con sustitución de arena por cartón (1000gr, 800gr y 500gr), bagazo de caña (1000gr, 800gr y 500gr) y papel (1000gr, 800gr y 500gr) en diferentes cantidades, en ella se observa que las bloquetas sin tratamiento (Testigo) tiene el promedio de Dimensión Ancho (cm) de 14.08 cm, mientras que las bloquetas tratadas con Bagazo

de caña (1000 gr) tiene el promedio de Dimensión Ancho (cm) de 14.09 cm, luego las bloquetas tratadas con Bagazo de caña (800 gr) tiene el promedio de 14.45 cm, luego las bloquetas tratadas con Bagazo de caña (500 gr) tiene el promedio de 13.94 cm, las tratadas con Cartón (1000 gr) 14.38 cm en promedio, las bloquetas tratadas con Cartón (800 gr) 14.48 cm en promedio, las tratadas con Cartón (500 gr) 14.35 cm en promedio, las bloquetas tratadas con Papel (1000 gr) 14.1 cm en promedio, las tratadas con Papel (800 gr) 14.03 cm, en promedio y finalmente las bloquetas tratadas con Papel (500 gr) tiene el promedio de Dimensión Ancho (cm) de 13.88 cm. La figura (6) muestra los promedios de Dimensión Ancho (cm) gráficamente.

**Figura 6**

*Promedios de Dimensión Ancho (cm) de bloquetas ecológicas con cartón, bagazo de caña y papel*



Nota. Elaboración propia.

**Tabla 10**

Análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Dimensión Ancho (cm) de bloquetas ecológicas con cartón, bagazo de caña y papel.

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico
Entre grupos	1.28	9	0.14	3.574	0.008	2.39
Dentro de los grupos	0.79	20	0.04			
Total	2.07	29				
Promedio General			C.V. (%)	1.41		

*Nota.* Elaboración propia.

En la tabla (10) se visualiza análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Dimensión Ancho (cm) de bloquetas ecológicas con sustitución de arena por cartón, bagazo de caña y papel en diferentes cantidades, en ella se observa que el Valor P entre los promedios de las bloquetas tratadas con residuos sólidos es 0.008 menor a 0.05, por lo tanto, estadísticamente existe diferencia altamente significativa entre los promedios de Dimensión Ancho (cm), es decir al menos dos de los tratamientos, estadísticamente tienen los promedios diferentes.

**Tabla 11**

*Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de los promedios de Dimensión Ancho (cm) de bloquetas ecológicas con cartón, bagazo de caña y papel.*

Tratamientos	Promedio	Grupo
Cartón (800 gr)	14.48	A
Bagazo (800 gr)	14.45	A B
Cartón (1000 gr)	14.38	A B
Cartón (500 gr)	14.35	A B
Papel (1000 gr)	14.10	A B
Bagazo (1000 gr)	14.09	A B
Testigo	14.08	A B
Papel (800 gr)	14.03	A B
Bagazo (500 gr)	13.94	A B
Papel (500 gr)	13.88	B

*Nota.* Elaboración propia

En la tabla (11) se visualiza análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Dimensión Ancho (cm) de bloquetas ecológicos con sustitución de arena por cartón, bagazo de caña y papel en diferentes cantidades, en ella se observa que las bloquetas de cartón con 800 gr tienen el mayor promedio de ancho con 14.48 cm, formando el grupo A. Le siguen las bloquetas de bagazo con 800 gr, cartón con 1000 gr, cartón con 500 gr, papel con 1000 gr, bagazo con 1000 gr, el testigo, papel con 800 gr, y bagazo con 500 gr, cuyos promedios varían entre 14.45 cm y 13.94 cm, agrupándose en los grupos A y B. Las bloquetas de papel con 500 gr tienen el promedio más bajo de 13.88 cm, formando el grupo B. Comparando estos resultados con la Norma Técnica Peruana (NTP) que establece un valor de 14 cm para el ancho de las bloquetas, se observa que las bloquetas de cartón con 800 gr cumplen con este estándar, mientras que las demás variaciones presentan ligeras desviaciones. Sin embargo, la mayoría de los tratamientos se encuentran cerca del valor normativo, lo que indica una aceptable conformidad con la NTP, aunque las desviaciones podrían afectar la homogeneidad y calidad estructural según los requisitos de la norma.

### 5.1.1.3 Dimensión de Altura (cm)

**Tabla 12**

*Datos observados en la prueba de Dimensión Altura (cm) de bloquetas ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel.*

Dimensión Altura (cm)	Testigo	Bagazo (1000 gr)	Bagazo (800 gr)	Bagazo (500 gr)	Cartón (1000 gr)	Cartón (800 gr)	Cartón (500 gr)	Papel (1000 gr)	Papel (800 gr)	Papel (500 gr)
R1	10.50	10.10	10.30	10.20	10.50	10.75	10.10	10.50	10.30	10.20
R2	10.40	10.20	10.45	10.10	10.45	10.60	10.75	10.45	10.25	10.15
R3	10.45	10.25	10.30	10.20	10.48	10.70	10.10	10.50	10.30	10.20
Suma	31.35	30.55	31.05	30.5	31.43	32.05	30.95	31.45	30.85	30.55
Promedio	10.45	10.18	10.35	10.17	10.48	10.68	10.32	10.48	10.28	10.18
Desv. Est.	0.050	0.076	0.087	0.058	0.025	0.076	0.375	0.029	0.029	0.029

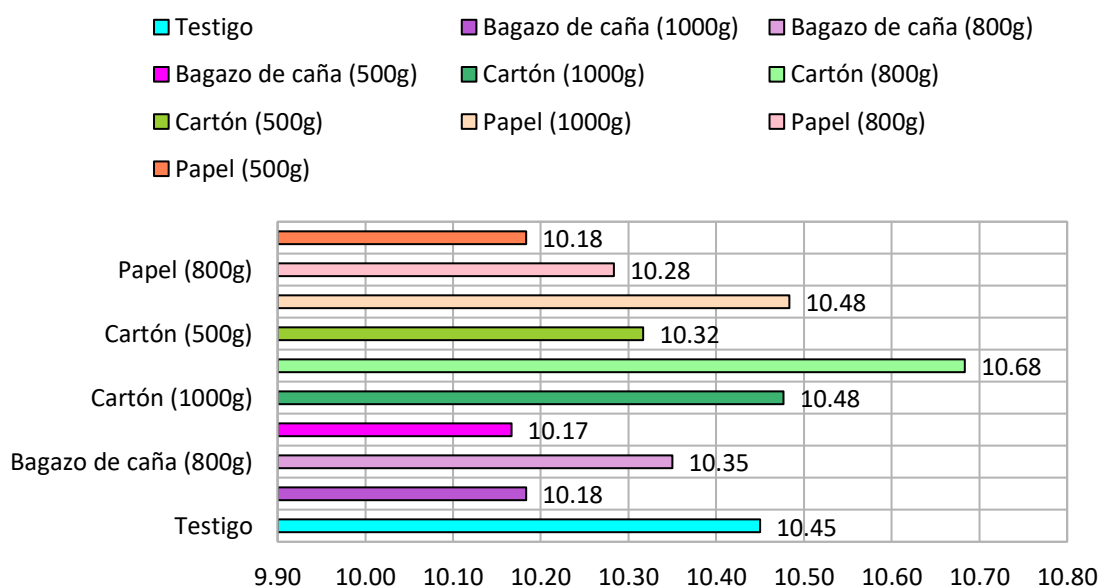
*Nota.* Elaboración propia.



En la tabla (12) se presenta los datos observados en la prueba de Dimensión Altura (cm) de bloquetas ecológicas con sustitución de arena por cartón (1000gr, 800gr y 500gr), bagazo de caña (1000gr, 800gr y 500gr) y papel (1000gr, 800gr y 500gr) en diferentes cantidades, en ella se observa que las bloquetas sin tratamiento (Testigo) tiene el promedio de Dimensión Altura (cm) de 10.45 cm, mientras que las bloquetas tratadas con Bagazo de caña (1000 gr) tiene el promedio de Dimensión Altura (cm) de 10.18 cm, luego las bloquetas tratadas con Bagazo de caña (800 gr) tiene el promedio de 10.35 cm, luego las tratadas con Bagazo de caña (500 gr) tiene el promedio de 10.17 cm, las tratadas con Cartón (1000 gr) 10.48 cm en promedio, las bloquetas tratadas con Cartón (800 gr) 10.68 cm en promedio, las bloquetas tratadas con Cartón (500 gr) 10.32 cm en promedio, las tratadas con Papel (1000 gr) 10.48 cm en promedio, las bloquetas tratadas con Papel (800 gr) 10.28 cm, en promedio y finalmente las tratadas con Papel (500 gr) tiene el promedio de Dimensión Altura (cm) de 10.18 cm. La figura (7) muestra los promedios de Dimensión Altura (cm) gráficamente.

**Figura 7**

*Promedios de Dimensión Altura (cm) de bloquetas ecológicas con cartón, bagazo de caña y papel*



*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 13**

*Análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Dimensión Altura (cm) de bloquetas ecológicas con cartón, bagazo de caña y papel.*

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico
Entre grupos	0.75	9	0.08	4.914	0.001	2.39
Dentro de los grupos	0.34	20	0.02			
Total	1.09	29				
Promedio General			C.V. (%)	1.25		

*Nota.* Elaboración propia.

En la tabla (13) se visualiza análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Dimensión Altura (cm) de bloquetas ecológicas con sustitución de arena por cartón, bagazo de caña y papel en diferentes cantidades, en ella se observa que el Valor P entre los promedios de las bloquetas tratadas con residuos sólidos es 0.001 menor a 0.05, por lo tanto, estadísticamente existe diferencia altamente significativa entre los promedios de Dimensión Altura (cm), es decir al menos dos de los tratamientos, estadísticamente tienen los promedios diferentes.

**Tabla14**

*Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de los promedios de Dimensión Altura (cm) de bloquetas ecológicas con cartón, bagazo de caña y papel*

Tratamientos	Promedio	Grupo
Cartón (800 gr)	10.68	A
Papel (1000 gr)	10.48	AB
Cartón (1000 gr)	10.48	AB
Testigo	10.45	AB
Bagazo (800 gr)	10.35	AB
Cartón (500 gr)	10.32	AB
Papel (800 gr)	10.28	B
Bagazo (1000 gr)	10.18	B
Papel (500 gr)	10.18	B
Bagazo (500 gr)	10.17	B

*Nota.* Elaboración propia.

En la tabla (14) se visualiza análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Dimensión Altura (cm) de bloquetas ecológicas con sustitución de arena por cartón, bagazo de caña y papel en diferentes cantidades, en ella se observa que las bloquetas de cartón con 800 gr tienen el mayor promedio de altura con 10.68 cm, formando el grupo A. Las bloquetas de papel con 1000 gr, cartón con 1000 gr, el testigo, bagazo con 800 gr, y cartón con 500 gr, con promedios que varían entre 10.48 cm y 10.32 cm, se agrupan en los grupos A y B. Las bloquetas de papel con 800 gr, bagazo con 1000 gr, papel con 500 gr y bagazo con 500 gr, con promedios que oscilan entre 10.28 cm y 10.17 cm, forman el grupo B. Comparando estos resultados con la Norma Técnica Peruana (NTP) que establece un valor de 10 cm para la altura de las bloquetas, se observa que todas las variaciones superan el estándar requerido. Esto indica que, aunque existen diferencias en los promedios de altura, todas las bloquetas ecológicas evaluadas cumplen con los requisitos de la NTP en cuanto a la altura, garantizando así su conformidad con la normativa y su aptitud para ser utilizadas en la construcción de paredes de casas.

#### 5.1.1.4 Volumen (cm<sup>3</sup>)

**Tabla 15**

*Datos observados en la prueba de Volumen (cm<sup>3</sup>) de bloquetas ecológicas con cartón, bagazo de caña y papel.*

Volumen (cm <sup>3</sup> )	Testigo	Bagazo (1000 gr)	Bagazo (800 gr)	Bagazo (500 gr)	Cartón (1000 gr)	Cartón (800 gr)	Cartón (500 gr)	Papel (1000 gr)	Papel (800 gr)	Papel (500 gr)
R1	3,528.00	3,396.48	3,562.00	3,478.76	3,593.60	3,741.00	3,451.88	3,553.20	3,395.96	3,350.09
R2	3,546.56	3,430.11	3,624.06	3,447.05	3,621.45	3,701.52	3,715.20	3,545.76	3,384.29	3,369.90
R3	3,558.38	3,463.68	3,485.52	3,216.57	3,574.26	3,682.51	3,463.95	3,580.66	3,388.70	3,374.36
Suma	10632.94	10290.27	10671.58	10142.38	10789.31	11125.03	10631.03	10679.62	10168.95	10094.35
Promedio	3,544.31	3,430.09	3,557.19	3,380.79	3,596.44	3,708.34	3,543.68	3,559.87	3,389.65	3,364.78
Desv. Est.	15.314	33.600	69.395	143.103	23.723	29.836	148.666	18.382	5.893	12.919

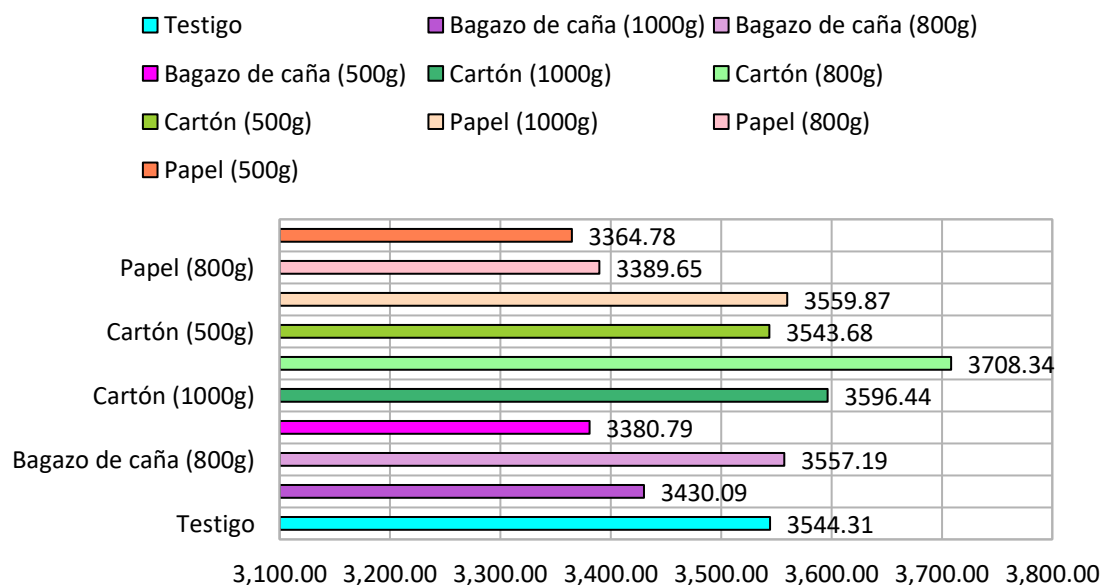
Nota. Elaboración propia.

En la tabla (15) se presenta los datos observados en la prueba de Volumen (cm<sup>3</sup>) de bloquetas ecológicas con sustitución de arena por cartón (1000gr, 800gr y 500gr), bagazo de caña (1000gr, 800gr y 500gr) y papel (1000gr, 800gr y 500gr) en diferentes cantidades,

en ella se observa que las bloquetas sin tratamiento (Testigo) tiene el promedio de Volumen (cm<sup>3</sup>) de 3544.31 cm<sup>3</sup>, mientras que las bloquetas tratadas con Bagazo de caña (1000 gr) tiene el promedio de Volumen (cm<sup>3</sup>) de 3430.09 cm<sup>3</sup>, luego las bloquetas tratadas con Bagazo de caña (800 gr) tiene el promedio de 3557.19 cm<sup>3</sup>, luego las tratadas con Bagazo de caña (500 gr) tiene el promedio de 3380.79 cm<sup>3</sup>, las tratadas con Cartón (1000 gr) 3596.44 cm<sup>3</sup> en promedio, las bloquetas tratadas con Cartón (800 gr) 3708.34 cm<sup>3</sup> en promedio, las tratadas con Cartón (500 gr) 3543.68 cm<sup>3</sup> en promedio, las bloquetas tratadas con Papel (1000 gr) 3559.87 cm<sup>3</sup> en promedio, las tratadas con Papel (800 gr) 3389.65 cm<sup>3</sup>, en promedio y finalmente las bloquetas tratadas con Papel (500 gr) tiene el promedio de Volumen (cm<sup>3</sup>) de 3364.78 cm<sup>3</sup>. La figura (8) muestra los promedios de Volumen (cm<sup>3</sup>) gráficamente.

**Figura 8**

*Promedios de Volumen (cm<sup>3</sup>) de bloquetas ecológicas con cartón, bagazo de caña y papel.*



Nota. Elaboración propia.

**Tabla 16**

*Análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Volumen (cm<sup>3</sup>) de bloquetas ecológicas con cartón, bagazo de caña y papel.*

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico
Entre grupos	337,283.09	9	37,475.90	7.384	0.000	2.39
Dentro de los grupos	101,503.16	20	5,075.16			
Total	438,786.25	29				
Promedio General			C.V. (%)	2.03		

*Nota.* Elaboración Propia.

En la tabla (16) se visualiza análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Volumen (cm<sup>3</sup>) de bloquetas ecológicas con sustitución de arena por cartón, bagazo de caña y papel en diferentes cantidades, en ella se observa que el Valor P entre los promedios de las bloquetas tratadas con residuos sólidos es 0.000 menor a 0.05, por lo tanto, estadísticamente existe diferencia altamente significativa entre los promedios de Volumen (cm<sup>2</sup>), es decir al menos dos de los tratamientos, estadísticamente tienen los promedios diferentes.

**Tabla 17**

*Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de los promedios de Volumen (cm<sup>3</sup>) de bloquetas ecológicas con cartón, bagazo de caña y papel.*

Tratamientos	Promedio	Grupo
Cartón (800 gr)	3708.34	A
Cartón (1000 gr)	3596.44	A B
Papel (1000 gr)	3559.87	A B C
Bagazo (800 gr)	3557.19	A B C
Testigo	3544.31	A B C
Cartón (500 gr)	3543.68	A B C
Bagazo (1000 gr)	3430.09	B C
Papel (800 gr)	3389.65	C
Bagazo (500 gr)	3380.79	C
Papel (500 gr)	3364.78	C

*Nota.* Elaboración propia.

En la tabla (17) se visualiza análisis de Tukey al 95% de confiabilidad de los promedios de Volumen (cm<sup>3</sup>) de bloquetas ecológicas con sustitución de arena por cartón,

bagazo de caña y papel en diferentes cantidades, en ella se observa que las bloquetas de cartón con 800 gr tienen el mayor promedio de volumen con 3708.34 cm<sup>3</sup>, formando el grupo A. Las bloquetas de cartón con 1000 gr, papel con 1000 gr, bagazo con 800 gr, el testigo y cartón con 500 gr tienen promedios que varían entre 3596.44 cm<sup>3</sup> y 3543.68 cm<sup>3</sup>, agrupándose en los grupos A, B y C. Las bloquetas de bagazo con 1000 gr tienen un promedio de 3430.09 cm<sup>3</sup>, situándose en los grupos B y C. Finalmente, las bloquetas de papel con 800 gr, bagazo con 500 gr y papel con 500 gr, con promedios entre 3389.65 cm<sup>3</sup> y 3364.78 cm<sup>3</sup>, forman el grupo C. Comparando estos resultados con la Norma Técnica Peruana (NTP) que establece un valor de 3600 cm<sup>3</sup> para el volumen de las bloquetas, se observa que las bloquetas de cartón con 800 gr cumplen con este estándar, mientras que las demás variaciones presentan ligeras desviaciones. Aunque algunas bloquetas no alcanzan el valor normativo, la mayoría se encuentran cerca del estándar, lo que indica una aceptable conformidad con la NTP, aunque las desviaciones podrían afectar la uniformidad y calidad estructural según los requisitos de la norma.

## 5.1.2 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE BLOQUES ECOLÓGICOS PRODUCIDOS CON CARTÓN, BAGAZO DE CAÑA Y PAPEL.

### 4.1.2.1 Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)

**Tabla 18**

*Datos observados en la prueba de Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) de bloquetas ecológicas con cartón, bagazo de caña y papel.*

Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Testigo	Bagazo (1000 gr)	Bagazo (800 gr)	Bagazo (500 gr)	Cartón (1000 gr)	Cartón (800 gr)	Cartón (500 gr)	Papel (1000 gr)	Papel (800 gr)	Papel (500 gr)
R1	4.39	7.42	6.63	5.91	1.52	2.49	3.33	4.36	2.23	3.47
R2	4.13	7.08	6.52	6.03	1.63	2.39	3.20	4.10	2.37	3.31
R3	4.46	7.28	6.74	6.47	1.58	2.59	3.44	4.25	2.23	3.64
Suma	12.98	21.78	19.89	18.41	4.73	7.47	9.97	12.71	6.83	10.42
Promedio	4.33	7.26	6.63	6.14	1.58	2.49	3.32	4.24	2.28	3.47
Desv. Est.	0.174	0.171	0.110	0.295	0.055	0.100	0.120	0.131	0.081	0.165

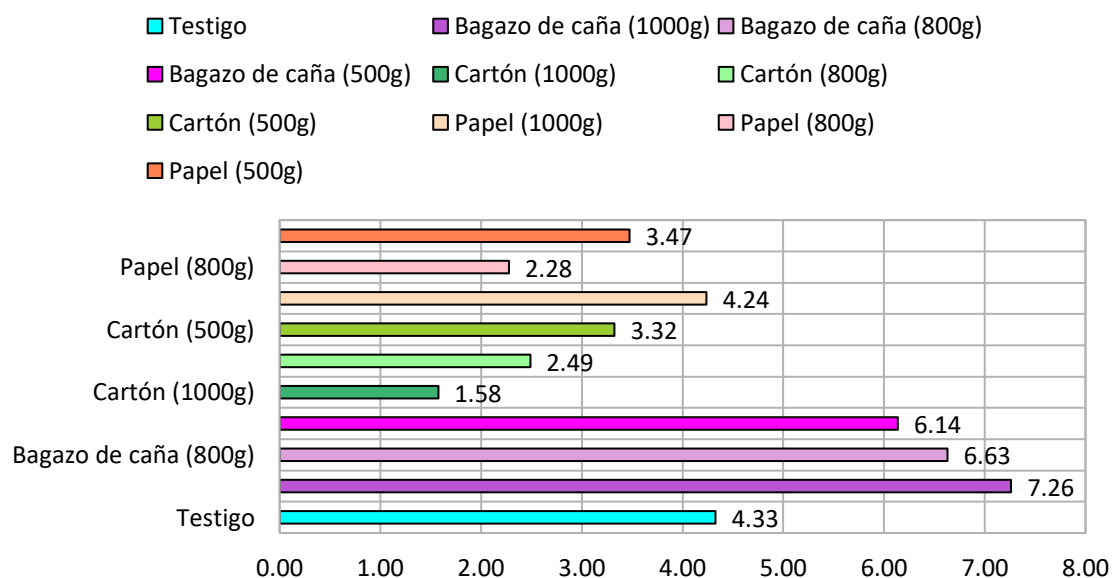
*Nota.* Elaboración propia.

En la tabla (18) se presenta los datos observados en la prueba de Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) de bloquetas ecológicas con sustitución de arena por cartón (1000gr, 800gr y 500gr), bagazo de caña (1000gr, 800gr y 500gr) y papel (1000gr, 800gr y 500gr)

en diferentes cantidades, en ella se observa que las bloquetas sin tratamiento (Testigo) tiene el promedio de Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) de 4.33 kg/cm<sup>2</sup> , mientras que las bloquetas tratadas con Bagazo de caña (1000 gr) tiene el promedio de Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) de 7.26 kg/cm<sup>2</sup> , luego las tratadas con Bagazo de caña (800 gr) tiene el promedio de 6.63 kg/cm<sup>2</sup> , luego las bloquetas tratadas con Bagazo de caña (500 gr) tiene el promedio de 6.14 kg/cm<sup>2</sup> , las tratadas con Cartón (1000 gr) 1.58 kg/cm<sup>2</sup> en promedio, las bloquetas tratadas con Cartón (800 gr) 2.49 kg/cm<sup>2</sup> en promedio, las tratadas con Cartón (500 gr) 3.32 kg/cm<sup>2</sup> en promedio, las bloquetas tratadas con Papel (1000 gr) 4.24 kg/cm<sup>2</sup> en promedio, las tratadas con Papel (800 gr) 2.28 kg/cm<sup>2</sup> , en promedio y finalmente las bloquetas tratadas con Papel (500 gr) tiene el promedio de Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) de 3.47 kg/cm<sup>2</sup> . La figura (9) muestra los promedios de Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) gráficamente.

### Figura 9

*Promedios de Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) de bloquetas ecológicas con cartón, bagazo de caña y papel.*



Nota. Elaboración propia.

**Tabla 19**

*Análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) de bloquetas ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel.*

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico
Entre grupos	101.49	9	11.28	476.360	0.000	2.39
Dentro de los grupos	0.47	20	0.02			
Total	101.97	29				
Promedio General			C.V. (%)	3.69		

*Nota.* Elaboración propia

En la tabla (19) se visualiza análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) de bloquetas ecológicos con sustitución de arena por cartón, bagazo de caña y papel en diferentes cantidades, en ella se observa que el Valor P entre los promedios de las bloquetas tratadas con residuos sólidos es 0.000 menor a 0.05, por lo tanto, estadísticamente existe diferencia altamente significativa entre los promedios de Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>), es decir al menos dos de los tratamientos, estadísticamente tienen los promedios diferentes.

**Tabla 20**

*Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de los promedios de Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) de bloquetas ecológicos con cartón, bagazo de caña y papel*

Tratamientos	Promedio	Grupo
Bagazo (1000 gr)	7.26	A
Bagazo (800 gr)	6.63	B
Bagazo (500 gr)	6.14	C
Testigo	4.33	D
Papel (1000 gr)	4.24	D
Papel (500 gr)	3.47	E
Cartón (500 gr)	3.32	E
Cartón (800 gr)	2.49	F
Papel (800 gr)	2.28	F
Cartón (1000 gr)	1.58	G

*Nota.* Elaboración propia.



En la tabla (20) se visualiza análisis de Tukey al 95% de confiabilidad de los promedios de Resistencia a la compresión ( $\text{Kg/cm}^2$ ) de bloquetas ecológicas con sustitución de arena por cartón, bagazo de caña y papel en diferentes cantidades, en ella se observa que las bloquetas de bagazo con 1000 gr tienen la mayor resistencia con  $7.26 \text{ Kg/cm}^2$ , formando el grupo A. Las bloquetas de bagazo con 800 gr y 500 gr siguen con resistencias de  $6.63 \text{ Kg/cm}^2$  y  $6.14 \text{ Kg/cm}^2$ , formando los grupos B y C, respectivamente. El testigo y las bloquetas de papel con 1000 gr presentan resistencias de  $4.33 \text{ Kg/cm}^2$  y  $4.24 \text{ Kg/cm}^2$ , agrupándose en el grupo D. Las bloquetas de papel con 500 gr y cartón con 500 gr tienen resistencias de  $3.47 \text{ Kg/cm}^2$  y  $3.32 \text{ Kg/cm}^2$ , formando el grupo E. Las bloquetas de cartón con 800 gr y papel con 800 gr, con resistencias de  $2.49 \text{ Kg/cm}^2$  y  $2.28 \text{ Kg/cm}^2$ , forman el grupo F. Finalmente, las bloquetas de cartón con 1000 gr tienen la resistencia más baja con  $1.58 \text{ Kg/cm}^2$ , formando el grupo G. Comparando estos resultados con la Norma Técnica Peruana (NTP) que establece un valor mínimo de  $7.5 \text{ Kg/cm}^2$  para la resistencia a la compresión de las bloquetas, se observa que ninguna de las variaciones cumple con este estándar. Aunque las bloquetas de bagazo presentan los valores más altos, siguen estando por debajo del requisito normativo, lo cual indica que todas las composiciones evaluadas no alcanzan la resistencia necesaria para su uso seguro y efectivo en la construcción de paredes de casas según la NTP.

### 5.1.2.2 Resistencia a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>)

**Tabla 21**

*Datos observados en la prueba de Resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>) de bloquetas ecológicas con cartón, bagazo de caña y papel.*

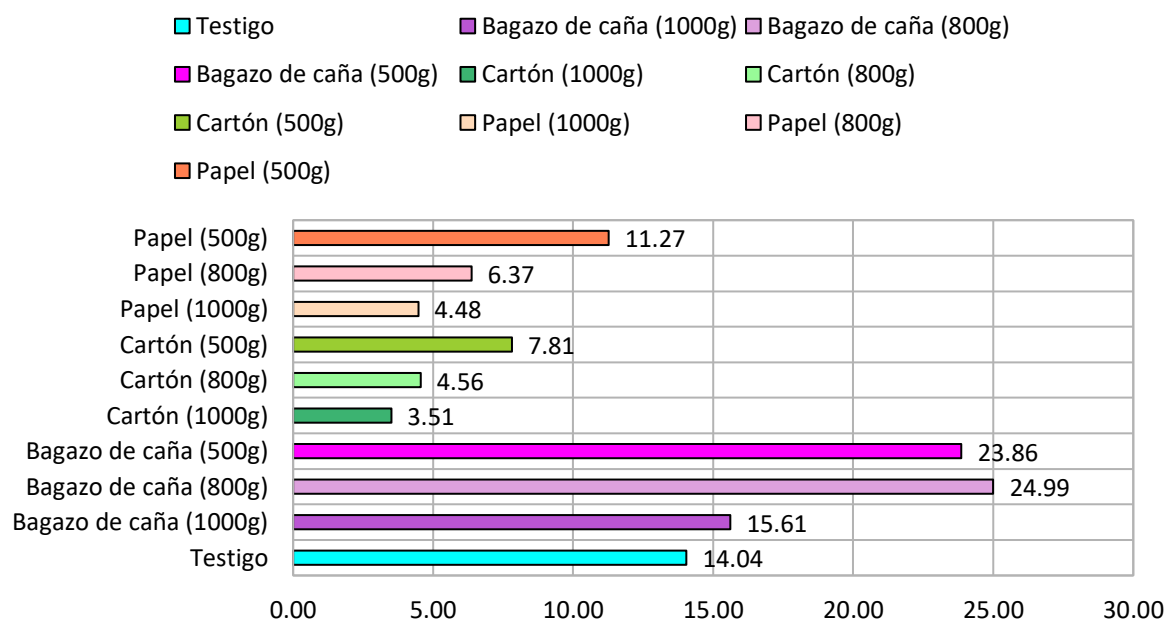
Resistencia a la flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Testigo	Bagazo (1000 gr)	Bagazo (800 gr)	Bagazo (500 gr)	Cartón (1000 gr)	Cartón (800 gr)	Cartón (500 gr)	Papel (1000 gr)	Papel (800 gr)	Papel (500 gr)
R1	14.12	15.72	25.14	23.87	3.53	4.56	7.81	4.49	6.37	11.15
R2	13.78	15.53	24.90	24.15	3.32	4.75	7.68	4.28	6.43	11.32
R3	14.22	15.58	24.94	23.55	3.68	4.36	7.95	4.66	6.32	11.33
Suma	42.12	46.83	74.98	71.57	10.53	13.67	23.44	13.43	19.12	33.8
Promedio	14.04	15.61	24.99	23.86	3.51	4.56	7.81	4.48	6.37	11.27
Desv. Est.	0.231	0.098	0.129	0.300	0.181	0.195	0.135	0.190	0.055	0.101

*Nota.* Elaboración propia.

En la tabla (21) se presenta los datos observados en la prueba de Resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>) de bloquetas ecológicas con sustitución de arena por cartón (1000gr, 800gr y 500gr), bagazo de caña (1000gr, 800gr y 500gr) y papel (1000gr, 800gr y 500gr) en diferentes cantidades, en ella se observa que las bloquetas sin tratamiento (Testigo) tiene el promedio de Resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>) de 14.04 kg/cm<sup>2</sup> , mientras que las bloquetas tratadas con Bagazo de caña (1000 gr) tiene el promedio de Resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>) de 15.61 kg/cm<sup>2</sup> , luego las tratadas con Bagazo de caña (800 gr) tiene el promedio de 24.99 kg/cm<sup>2</sup>, luego las bloquetas tratadas con Bagazo de caña (500 gr) tiene el promedio de 23.86 kg/cm<sup>2</sup> , las tratadas con Cartón (1000 gr) 3.51 kg/cm<sup>2</sup> en promedio, las bloquetas tratadas con Cartón (800 gr) 4.56 kg/cm<sup>2</sup> en promedio, las tratadas con Cartón (500 gr) 7.81 kg/cm<sup>2</sup> en promedio, las bloquetas tratadas con Papel (1000 gr) 4.48 kg/cm<sup>2</sup> en promedio, las tratadas con Papel (800 gr) 6.37 kg/cm<sup>2</sup> , en promedio y finalmente las bloquetas tratadas con Papel (500 gr) tiene el promedio de Resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>) de 11.27 kg/cm<sup>2</sup> . La figura (10) muestra los promedios de Resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>) gráficamente.

**Figura 10**

*Promedios de Resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>) de bloquetas ecológicas con cartón, bagazo de caña y papel*



Nota. Elaboración propia.

**Tabla 22**

*Análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>) de bloquetas ecológicas con cartón, bagazo de caña y papel*

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico
Entre grupos	1,677.55	9	186.39	6,051.107	0.000	2.39
Dentro de los grupos	0.62	20	0.03			
Total	1,678.16	29				
Promedio General			C.V. (%)	1.51		

Nota. Elaboración propia.

En la tabla (22) se visualiza análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>) de bloquetas ecológicas con sustitución de arena por cartón, bagazo de caña y papel en diferentes cantidades, en ella se observa que el Valor P entre los promedios de las bloquetas tratadas con residuos sólidos es 0.000 menor a 0.05, por lo tanto, estadísticamente existe diferencia altamente significativa entre los promedios de Resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>), es decir al menos dos de los tratamientos, estadísticamente tienen los promedios diferentes.

**Tabla 23**

*Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de los promedios de Resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>) de bloquetas ecológicas con cartón, bagazo de caña y papel*

Tratamientos	Promedio	Grupo
Bagazo (800 gr)	24.99	A
Bagazo (500 gr)	23.86	B
Bagazo (1000 gr)	15.61	C
Testigo	14.04	D
Papel (500 gr)	11.27	E
Cartón (500 gr)	7.81	F
Papel (800 gr)	6.37	G
Cartón (800 gr)	4.56	H
Papel (1000 gr)	4.48	H
Cartón (1000 gr)	3.51	I

*Nota.* Elaboración propia.

En la tabla (23) se visualiza análisis de varianza al 95% de confiabilidad de los promedios de Resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>) de bloquetas ecológicas con sustitución de arena por cartón, bagazo de caña y papel en diferentes cantidades, en ella se observa que las bloquetas de bagazo con 800 gr tienen la mayor resistencia con 24.99 Kg/cm<sup>2</sup>, formando el grupo A. Las bloquetas de bagazo con 500 gr siguen con una resistencia de 23.86 Kg/cm<sup>2</sup>, formando el grupo B. Las bloquetas de bagazo con 1000 gr y el testigo presentan resistencias de 15.61 Kg/cm<sup>2</sup> y 14.04 Kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, agrupándose en los grupos C y D. Las resistencias de las bloquetas de papel con 500 gr, cartón con 500 gr, papel con 800 gr, cartón con 800 gr, papel con 1000 gr y cartón con 1000 gr varían entre 11.27 Kg/cm<sup>2</sup> y 3.51 Kg/cm<sup>2</sup>, formando los grupos E, F, G, H e I. Comparando estos resultados con la Norma Técnica Peruana (NTP) que establece un valor mínimo de 15 Kg/cm<sup>2</sup> para la resistencia a la flexión de las bloquetas, se observa que solo las bloquetas de bagazo con 800 gr y 500 gr cumplen con este estándar, mientras que las demás variaciones presentan valores por debajo del requerido. Esto indica que, a excepción de las bloquetas de bagazo

con 800 gr y 500 gr, las otras composiciones no cumplen con los requisitos de resistencia de la NTP, lo cual podría comprometer su uso en la construcción de paredes de casas.

## **5.2 Discusión de resultados**

Arroyo (2018), afirma que la valorización de residuos sólidos implica una operación encaminada a reutilizar uno o más de sus componentes, con el fin de darles un nuevo uso sustituyendo otros recursos en los procedimientos de producción. En la valorización puede adoptar formas tanto materiales como energéticas.

En esta perspectiva, Quispe (2018), plantea la posibilidad de utilizar residuos sólidos como una opción para enriquecer el concreto, dotándolo de mayor resistencia, durabilidad y facilidad de manejo. Además, esta práctica contribuye a la reducción del impacto ambiental en zonas donde la contaminación es preocupante, ya que se utilizan pequeñas cantidades de estos residuos sólidos, minimizando su influencia negativa sobre el medio ambiente.

Por su lado, Meyers (2002), indica que las características de los materiales que no generan nuevas especificaciones cuando se observan o miden se conocen como características físicas. En la investigación, se determinaron las características físicas, donde el bagazo de caña y el cartón presentaron 1 mm de desnivel, mientras que el papel presentó un desnivel de 2.2 mm. Asimismo, se obtuvo una absorción de 2.74 % para el bagazo de caña de azúcar 2.74 %; para cartón 11 %; y para el papel 3.75 % de absorción de agua. Además, la variación dimensional es inferior a  $\pm 5$  mm, lo que también se encuentra dentro de los límites aceptables según la normativa.

En relación al alabeo según mediciones aritméticas se encuentra dentro de la norma que indica 2 mm, lo cual es adecuado para los bloques, como lo señala Jara Rodríguez (2015), el cual, sostiene que las características de las unidades son esenciales para comprender la solidez en albañilería y su capacidad para resistir las inclemencias del clima son aspectos importantes a considerar. No obstante, no se puede afirmar que la

unidad individual de mayor calidad resulte automáticamente en una mejor construcción de albañilería.

Los datos mencionados, se encuentran en relacionados con Alvarado y Torres (2021) donde al desarrollo de su investigación, encontró una absorción del 16 %, por lo tanto se encuentra conforme a los estándares establecidos según la norma técnica ecuatoriana (NTE INEN 30066, 2016). Asimismo, Mamani León (2022), en su investigación demuestra las características físicas llegan a obtenerse en la cara de encima y 1.40 y 2.25 mm en la cara abajo; ancho 11.79 y 11.73 cm, largo 22.25 y 22.19 cm y alto 8.05 y 8.13 cm. todas estas medidas están de acuerdo con las pautas dadas en el reglamento E0.70.

De la misma forma, Meyers (2002), precisó en términos simples que las características mecánicas de los bloques ecológicos están asociadas con la capacidad de un material para transmitir y resistir fuerzas o cambios en su forma, es decir, los materiales actúan como componentes que responden al estrés y la deformación, oponiéndose a las fuerzas aplicadas.

Con respecto a las características mecánicas, se observó que para la resistencia a la compresión el bagazo de caña de azúcar obtuvo un valor de 7.42 kg/cm<sup>2</sup>; para cartón 3.44 kg/cm<sup>2</sup> y para el papel 4.36 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a la resistencia a la flexión, el bagazo de caña alcanzó 25.14 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el del cartón fue de 7.95 kg/cm<sup>2</sup> y el del papel de 11.33 kg/cm<sup>2</sup>. Todas estas pruebas cumplen con los requisitos mínimos establecidos por la norma NTP E.070.

Estas formulaciones son beneficiosas para obtener bloques de alta calidad y resistencia adecuada para las divisiones de viviendas. Así lo indica Huaquisto Cáceres (2018), quien define la propiedad mecánica con una combinación de concreto y materiales reutilizables compatibles proporcionan mayor resistencia, durabilidad y facilidad de instalación, sin disminuir la resistencia y contribuyendo a mitigar el impacto ambiental.

Por otro lado, Calle (2019 en su investigación demostró una resistencia a la compresión de 4.11 kg/cm<sup>2</sup> y 0.40 MPa, cumpliendo con la norma técnica ecuatoriana que establece un mínimo de 6 MPa. Además, la resistencia a flexión obtenida fue de 36.6 MPa, superando los estándares establecidos y recomendados para bloques. También, Alvarado y Torres (2021) obtuvo una resistencia a la compresión de 1.82 MPa, se encuentra dentro de los estándares establecidos según la norma técnica ecuatoriana (NTE INEN 30066, 2016), que es de 1.4 MPa. Este resultado coincide con nuestra investigación.

De igual forma, Mamani León (2022) en su investigación muestra los resultados de las características mecánicas incluyen: la compresión axial en unidades individuales, alcanzando esfuerzos máximos de 55.10, 62.09, con 67.39, y 64.27 kg/cm<sup>2</sup>; el estrujamiento axial en columnas de 31.54, 38.03, 43.52, y 40.35 kg/cm<sup>2</sup>; y la resistencia al corte en muros de 4.68, 5.84, 6.37, y 5.99 kg/cm<sup>2</sup>, todas estas medidas están de acuerdo con las pautas dadas en el reglamento E0.70. Estos resultados concuerdan con nuestra investigación, mostrando un vínculo entre las variables y los resultados obtenidos.

Por ello, se confirma que, para tener buenos resultados con respecto a las características físicas y mecánicas de los bloques ecológicos para contribución del medio ambiente, se debe tener en cuenta la dosificación de los materiales reutilizables. Esto lo confirma Quispe (2018), el cual indica que, la dosificación del concreto implica la correcta combinación de materiales en diferentes proporciones con el fin de mejorar las características y calidad del material resultante.

## VI. CONCLUSIONES

- En cuanto a las características físicas de bloques ecológicos producidos, se demostró que, las bloquetas de papel con 1 000 gr y el testigo cumplen con el estándar de 24 cm establecido por la Norma Técnica Peruana (NTP), también, las bloquetas de cartón con 800 gr cumplen con el valor de 14 cm requerido por la NTP. Asimismo, todas las variaciones de bloquetas superan el valor mínimo de 10 cm establecido por la NTP, esto indica que la altura de las bloquetas ecológicas es adecuada y conforme con los requisitos normativos, garantizando su uso efectivo en la construcción de paredes de casas.
- Respecto a las características mecánicas de bloques ecológicos producidos, se encontró solo las bloquetas de bagazo con 800 gr y 500 gr cumplen con el valor mínimo de 15 Kg/cm<sup>2</sup> requerido por la NTP. Las demás variaciones presentan valores por debajo del estándar, lo cual podría comprometer la integridad estructural de las paredes construidas con estas bloquetas, por lo tanto, esto indica que la composición con bagazo es más adecuada para cumplir con los requisitos de resistencia a la flexión.



## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de bloques ecológicos en muros no portantes, así como en distribuciones internas de las viviendas de la construcción.
- Se recomienda que al elaborar los bloques se obtenga el producto con las dimensiones más uniformes posibles para evitar variaciones en el alabeo y en las dimensiones, para logrando así un resultado homogéneo.
- Se recomienda realizar una correcta selección de residuos de papel y cartón, con un solo espesor y tipo de material, con el fin de evitar variaciones durante la etapa de remojo y secado.
- Se sugiere para la dosificación de la mezcla combinar los tres productos, tales como cartón, papel y bagazo de caña, para continuar realizando investigaciones posteriores y así reducir la contaminación ambiental.

## VIII. REFERENCIAS

- Afnan Ahmad, M. A. (2021). Características mecánicas y durabilidad de bloques de hormigón preparados a partir de cartón reciclado. *Revista de ingeniería de la construcción*, Volume 33,101644,ISSN 2352. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101644>.
- Alvarado Gutiérrez, A. J. (2021). Prototipo de bloque eco-sustentable en base de almidón, polietileno tereftalato PET, papel reciclado y material tradicional para la construcción . [Tesis de Licenciatura , Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil], (*Bachelor's thesis, Guayaquil: ULVR, 2021.*) <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/4673/1/T-ULVR-3775.pdf>.
- Alvins Reyes Curcio, N. P. (2015). El reciclaje como alternativa de manejo de los residuos sólidos en el sector minas de Baruta, Estado Miranda,Venezuela. pp. 157-170. Obtenido de El reciclaje como alternativa de manejo de los residuos sólidos en el sector minas de Baruta, Estado Miranda,Venezuela.[Tesis de Licenciatura, *Universidad Pedagógica Experimental Libertador*], <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/4673/1/T-ULVR-3775.pdf>
- Angelidaki, I. K. (2011). *Biomethanation and its potential.revista, In Methods in enzymology.* (Vol. 494, pp. 327-351). Academic Press. ISSN 0076-6879,ISBN 9780123851123, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385112-3.00016-0>
- Antolin, G. &. (2003). Caracterización del bagazo de caña de azúcar mediante Análisis Térmico. Inf. Tec, 14, 3-25. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6mf1ycxrMOwC&oi=fnd&pg=PA91&dq=Antolin,+G.+%26+\(2003\).+Caracterizaci%C3%B3n+del+bagazo+de+ca%C3%B1a+de+az%C3%BAcar+mediante+An%C3%A1lisis+T%C3%A9rmico.+Inf.+Tec,+14,+3-25.&ots=sS236Z0r8Y&sig=UY3GV-aik7oOME0Xi2Esmxxl41E#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6mf1ycxrMOwC&oi=fnd&pg=PA91&dq=Antolin,+G.+%26+(2003).+Caracterizaci%C3%B3n+del+bagazo+de+ca%C3%B1a+de+az%C3%BAcar+mediante+An%C3%A1lisis+T%C3%A9rmico.+Inf.+Tec,+14,+3-25.&ots=sS236Z0r8Y&sig=UY3GV-aik7oOME0Xi2Esmxxl41E#v=onepage&q&f=false)
- Ardiles Huayta, R. (2021). *Influencia de la ceniza del bagazo de la caña de azúcar como sustituto parcial del cemento portland tipo I en la elaboración de unidades de albañilería Abancay, 2021.*[Tesis Licenciatura, Universidad Cesar Vallejo]. URI: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/75213>
- Arequipa, C. A. (2010). *Manual del Maestro Constructor.* lima: [https://acerosarequipa.com/fileadmin/templates/AcerosCorporacion/PDF/MANUAL\\_MAESTRO\\_CONSTRUCOR.pdf](https://acerosarequipa.com/fileadmin/templates/AcerosCorporacion/PDF/MANUAL_MAESTRO_CONSTRUCOR.pdf).
- Arroyo Clemente, T. B. (2018). *Evaluación del manejo de los residuos sólidos en la universidad alas peruanas filial Abancay-Apurímac, año 2017.* [Tesis de licenciatura, universidad Alas Peruanas],Obtenido de <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/6989>
- Association, N. R. (2017). *El Concreto en la Practica.* National Ready Mixed Concrete Association. <https://concretesupplyco.com/wp-content/uploads/2017/01/16pes.pdf>

- Banco, M. (20 de 09 de 2018). *Informe del Banco Mundial: Los residuos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes*. Obtenido de Informe del Banco Mundial: Los residuos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>
- Benavides Cieza, J. I. (2021). *Evaluación de ladrillos artesanales adicionando residuos de cartón, Chota*. Cajamarca: [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. URI, <https://hdl.handle.net/20.500.14142/207>
- BM. (20 de 09 de 2018). *Informe del Banco Mundial: Los residuos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes*. Obtenido de Informe del Banco Mundial: Los residuos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>
- Bocanegra Rojas, J. F. (2021). Diseño y construcción de un prototipo de ladrillo a base de celulosa vegetal (cartón) y cemento para el municipio de Girardot. (*Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios*). [Tesis de Licenciatura, Corporación Universitaria Minuto de Dios. Girardot-Colombia].  
URI, <https://hdl.handle.net/10656/13626>
- Caballero Meza, B. F. (2017). *Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico polietileno-Tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción*. [Tesis de Licenciatura, Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena].  
URI, <https://hdl.handle.net/11227/4404> <http://dx.doi.org/10.57799/11227/7902>.
- Calle Rojas, J. S.-u. (2019). Ladrillo de cartón-una alternativa de mampostería. *Universidad Católica de Cuenca. Carrera de Arquitectura*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Católica de Cuenca. Carrera de Arquitectura]  
URI, <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/1586>
- Callister, W. D. (2007). *Ciencia e ingeniería de materiales*. Barcelona, España: Reverté S.A.
- Ceballos Pérez, S. G. (2022). *Una prueba de hipótesis de la curva ambiental de Kuznets para residuos sólidos urbanos en México*. México.: Revista de economía, 39(99), 54-82. ISSN 2395-8715, <https://doi.org/10.33937/reveco.2022.275>
- Clavijo Angel, F. A., & Garzon Vargas, M. A. (2021). *Elaboración de un bloque modular hecho con agregado obtenido de residuos sólidos de construcción y demolición (RCD)*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Antonio Nriño].  
URI, <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/2437>.
- Corporacion Aceros Arequipa . (2010). *MANUAL DEL MAESTRO CONSTRUCTOR*. lima: [https://acerosarequipa.com/fileadmin/templates/AcerosCorporacion/PDF/MANUAL\\_MAESTRO\\_CONSTRUCOR.pdf](https://acerosarequipa.com/fileadmin/templates/AcerosCorporacion/PDF/MANUAL_MAESTRO_CONSTRUCOR.pdf).
- D. Diaz Martin. (s.f.). *glosario ambiental* . [www.vitalis.net/recursos/glosario-ambiental](http://www.vitalis.net/recursos/glosario-ambiental).

- Doble, M. &. (2005). *Biotreatment of industrial effluents*. Elsevier.
- Fermín Mori, J. R. (2018). *Prototipo de eco ladrillo para la construcción de viviendas ecológicas en zonas de escasos recursos económicos, villa María del Triunfo, 2018*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Cesar Vallejo] Lima: URI,<https://hdl.handle.net/20.500.12692/31137>
- Galvez Quispe, K. M. (2021). *Viabilidad entre el sistema de tabiquería utilizando material ecológico y la tabiquería convencional para reducir costos en la construcción en la ciudad de Lima-Perú, 2020*. Lima: (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/26389>.
- Huaquisto Cáceres, S. &. (2018). *utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento*. . Puno: Revista de investigaciones altoandinas, 20(2), 225-234. ISSN 2313-2957, <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.366>
- J.C.Romana. (2012). *estadística experimental*. tacna: FONDO EDITORIAL UPT-PERÚ.
- Jara Rodríguez, R. H. (2015). *JarUtilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del cemento en la elaboración de ladrillos de concreto*. [ Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Santa]. <https://hdl.handle.net/20.500.14278/2715>
- Jimémes Colina, Y. &. (2014). *Investigación de campo como estrategia metodológica para la resolución de problemas*. Universidad Dr. José Greagorio Hernández, 1-10. Obtenido de <http://ujgh.edu.ve/wp-content/uploads/2021/03/IJIP-27.pdf>
- Maquin, N. (2017). *Vocabulario en La Ingeniería Ambiental*. NehemiasMaquin.
- Medina Castelblanco, C. J. (2016). Planificación del sistema de gestión ambiental bajo los requisitos de la Norma ISO 14001: 2004 para la organización Automundial. [repository.udistrital.edu.com. http://hdl.handle.net/11349/4649](http://hdl.handle.net/11349/4649)
- Meyers, R. A. (2002). Encyclopedia of physical science and technology. *Physical sciences;Encyclopedias*.
- MINAM. (2009). *LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS*. lima: El Congreso de la República. [https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas\\_Legales/ocupacional/Le yResSolidos.pdf](https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/ocupacional/Le yResSolidos.pdf).
- MINAM. (2018). <https://sigersolreporte.minam.gob.pe/sigersolreporte/>. Obtenido de <https://sigersolreporte.minam.gob.pe/sigersolreporte>
- MINAM. (2020). *Apurímac*. LIMA: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/apurimac-estadisticas-ambientales-junio-2020>.
- MINAM, M. d. (16 de 05 de 2021). *Peruanos generamos 21 mil toneladas diarias de basura*. Obtenido de Peruanos generamos 21 mil toneladas diarias de basura: <https://elperuano.pe/noticia/120825-peruanos-generamos-21-mil-toneladas-diarias-debasura>

- Montoya, L. A. (2010). La distribución de costos indirectos de fabricación, factor clave al costear producto. <https://www.redalyc.org/pdf/849/84917249014.pdf>, *Scientia et Technica*, 16(45), 79-84.
- Oviedo Castro, I. A. (2021). Elaboración de paneles para divisiones interiores a base de residuos de cartón y viruta de madera para edificios. (*Bachelor's thesis, Guayaquil: ULVR, 2021.*
- Paitán, H. Ñ. (2014). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. *Ediciones de la U.*
- Peña, A. A. (2011). *Glosario Ingeniería Civil*. maracay: INSTITUCION UNIVERSITARIA POLITECNICO SANTIAGO MARIÑO.
- Peñaherrera, J. A. (2001). *FABRICACION DE BLOQUES DE CONCRETO CON UNA MESA VIBRADORA*. Lima: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres.
- Perez Sandoval, N. M. (2020). *Valoración del biocombustible obtenido mediante fermentación de residuos agroindustriales*.
- Perez, G. B. (2012). *Riesgo de contaminación por disposición final de residuos. Un estudio de la región centro occidente de México*. mexico: *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28(1), 97-105.
- Quispe, S. H. (2018). *Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento*. Puno: *Revista de Investigaciones Altoandinas*.
- Rachid Dris, S. A. (4(6) de junio de 2020). Plastics: From a Success Story to an Environmental Problem and a Global Challenge. *Glob Chall. 2020 Jun; 4(6): 124-165.*, <https://doi.org/10.1002/gch2.202070061>. Obtenido de Plastics: From a Success Story to an Environmental Problem and a Global Challenge: <https://doi.org/10.1002/gch2.202070061>
- Raza-Carrillo, D. &. (2022). *Planificación ambiental y el reciclaje de residuos sólidos urbanos*. . *Economía, sociedad y territorio*.
- REPÚBLICA, E. P. (2017, 28, febrero). *DECRETO LEGISLATIVO N° 1278*. LIMA: Sistema Peruano de Información Jurídica. Obtenido de <file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/TESIS%20DE%20SILVIA%20UTEA/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1278.pdf>
- Reyes, L. A. (2020). *Elaboración de Ladrillos en Base a Papel bond Reciclado para Muros no Portante*. SENDAS, 1(4), 14-28.
- Reyna Pari, C. A. (2016). *Reutilización de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo*. Universidad Nacional de Trujillo.: Tesis M.Sc. Trujillo,Peru.
- Roche, A. C. (2000). *DICCIONARIO DE TÉRMINOS*. La Habana.: Centro Félix Varela. [https://biblio.colsan.edu.mx/arch/especi/lc\\_otro\\_007.pdf](https://biblio.colsan.edu.mx/arch/especi/lc_otro_007.pdf)

- Sampieri, D. R. (2014). *metologia de la investigacion*. mexico: Marcela I. Rocha Martínez. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Sampieri, R. H. (2014). *metologia de investigacion*. mexico: sexta edicion . <https://www.esup.edu.pe/wpcontent/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20BaptistaMetodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Santa, H. &. (2010). *Estudios de campo. Una nueva perspectiva*. Colomboa: Ediciones. Ruiz. <http://ujgh.edu.ve/wp-content/uploads/2021/03/IJIP-27.pdf>
- sinia. (2009). *Ley General de Residuos Sólidos* . Lima: <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/1519.pdf>.
- SINIA. (2018). En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables. *Sistema Nacional de Informacion Ambiental*. <https://sinia.minam.gob.pe/novedades/peru-solo-se-recicla-19-total-residuos-solidos-reaprovechables>
- Smith, W. F.-C. (2006). *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales*. Mexico: México, DF: McGraw-Hil interamericana Editores ,S. [https://www.sanzytorres.es/static/pdf/61033048\\_mAoW6lq.pdf](https://www.sanzytorres.es/static/pdf/61033048_mAoW6lq.pdf)
- Villamizar Figueroa, C. A. (1992). *Hablemos de empaques y envases para productos perecederos*. [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/empaques\\_envases\\_perecederos.pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/empaques_envases_perecederos.pdf)
- Villavicencio, G. R. (2022). Análisis y perspectivas de la gestión integral de residuos sólidos hacia la economía circular en el contexto peruano. Innova Biology Sciences. *Revista Científica de Biología y Conservación*, 2(1), 94-106.