

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE ARQUITECTURA



TESIS

“Planchas a base de corontas de maíz en el distrito de Santa María del Valle – Huánuco, 2024”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE ARQUITECTO

AUTOR: Malpartida Miraval, Kínder Jesús

ASESORA: Rosario Ramón, Ciza Zarvia

HUÁNUCO – PERÚ

2026

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Tecnología de la construcción

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería y Tecnología.

Sub área: Ingeniería Civil.

Disciplina: Materiales ecológicos de construcción.

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de arquitecto(a)

Código del Programa: P08

Tipo de Financiamiento:

- Propio (x)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 48448383

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42806418

Grado/Título: Magíster en arquitectura del paisaje

Código ORCID: 0000-0002-4278-0426

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Guerra Alvarado, John Manuel	Maestro en ciencias de la educación, con mención en docencia en educación superior e investigación	45925230	0000-0001-8476-7871
2	Malpartida Jimenez, Renzo Fabrizzio	Magíster en educación con mención en docencia universitaria	73058959	0000-0003-0077-771X
3	Mato Vicente, Rosner Nadler	Maestro en gestión pública	41877736	0000-0003-3638-9284

D

H

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE ARQUITECTO (A)**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:30 horas del día 09 del mes mayo del año 2024, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. John Manuel Guerra Alvarado	(Presidente)
Mg. Renzo Fabrizio Malpartida Jimenez	(Secretario)
Mg. Rosner Nadler Mato Vicente	(Vocal)

Nombrados mediante la **RESOLUCIÓN N° 0705-2026-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **“PLANCHAS A BASE DE CORONTAS DE MAÍZ EN EL DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE – HUÁNUCO, 2024”**, presentada por el (la) Bachiller **Kinder Jesus MALPARTIDA MIRAVAL**, para optar el Título Profesional de Arquitecto (a).

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) aprobado por unanimidad, con el calificativo cuantitativo de 16 y cualitativo de bueno (Art. 47)

Siendo las 17:35 horas del día 09 del mes de mayo del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



MG. JOHN MANUEL GUERRA ALVARADO

DNI: 45925230

ORCID: 0000-0001-8476-7871

Presidente



MG. RENZO FABRIZIO MALPARTIDA JIMENEZ

DNI: 73058989

ORCID: 0000-0003-0077-771X

Secretario



MG. ROSNER NADLER MATO VICENTE

DNI: 41877736

ORCID: 0000-0003-3638-9284

Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: KINDER JESÚS MALPARTIDA MIRAVAL, de la investigación titulada "PLANCHAS A BASE DE CORONTAS DE MAÍZ EN EL DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO, 2024", con asesor(a) CIZA ZARVIA ROSARIO RAMON, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1159-2024-D-FI-UDH del P. A. de ARQUITECTURA.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 12 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 15 de abril de 2026



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

49. JESÚS MALPARTIDA MIRAVAL.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

2%

2

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

4

www.coursehero.com

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.utc.edu.ec

Fuente de Internet

<1%



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios, por brindarme la vida, la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta importante etapa académica. A mi madre, Betty, Miraval Martel, por su amor incondicional, su sacrificio y por ser mi mayor fuente de inspiración y apoyo en cada paso de mi formación profesional. Este logro también es para todas aquellas personas que creyeron en mí y me impulsaron a no rendirme.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios por guiar mi rumbo y permitirme alcanzar esta meta. Expreso mi sincero agradecimiento a mi madre, mi pareja y a toda mi familia por su apoyo moral, emocional y constante durante el desarrollo de esta tesis. Asimismo, agradezco a mis docentes y asesores por compartir sus conocimientos, orientación y valiosos aportes que hicieron posible la realización de la presente investigación. Finalmente, mi gratitud a todas las personas que contribuyeron directa e indirectamente en el desarrollo del estudio sobre las planchas a base de corontas de maíz en el distrito de Santa María del Valle – Huánuco.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN	XIV
ABSTRACT.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVI
CAPÍTULO I.....	18
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	18
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	21
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	21
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	21
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.5.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL	22
1.5.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	22
1.5.3. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	23
1.5.4. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	23
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
CAPÍTULO II.....	26
MARCO TEÓRICO	26
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	26
2.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL.....	26
2.1.2. A NIVEL NACIONAL	28
2.1.3. A NIVEL LOCAL.....	31
2.2. BÁSES TEÓRICAS	33
2.2.1. PLANCHAS DE CONSTRUCCIÓN TÉRMICAS	33
2.2.2. RESIDUOS DE MAIZ EN LA CONSTRUCCIÓN.....	41

2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	44
2.4.	HIPÓTESIS	47
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	47
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	47
2.5.	VARIABLES.....	47
2.5.1.	VARIABLE: PLANCHAS DE CONSTRUCCIÓN TÉRMICA ...	47
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	49
CAPÍTULO III.....		50
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN		50
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	50
3.1.1.	ENFOQUE.....	50
3.1.2.	NIVEL	50
3.1.3.	DISEÑO.....	51
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	51
3.2.1.	POBLACIÓN	51
3.2.2.	MUESTRA.....	52
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	53
3.3.1.	PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	53
3.3.2.	PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	54
3.3.3.	PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	54
CAPÍTULO IV.....		55
RESULTADOS.....		55
4.1.	PROCESO DE ELABORACIÓN DE MEZCLA OPTIMA.....	55
4.2.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	55
4.2.1.	DEL ENSAYO A LA COMPRESIÓN	55
4.2.2.	DEL ENSAYO A LA FLEXIÓN	64
4.2.3.	DEL ENSAYO A LA TRACCIÓN	72
4.3.	RESULTADOS DE ENSAYOS CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	81
4.3.1.	RESISTENCIA Y TRANSMITANCIA TÉRMICA EN ADOBES	81
4.4.	EVALUACIÓN DE HUELLA ECOLÓGICA	83
4.4.1.	HUELLA HÍDRICA.....	83
4.4.2.	HUELLA ENERGÉTICA	84
4.4.3.	HUELLA DE RESIDUOS SÓLIDOS	84
4.5.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	85

4.5.1. RESISTENCIA MECÁNICA Y CARACTERIZACIÓN	85
4.5.2. RESISTENCIA TÉRMICA	86
4.5.3. HUELLA ECOLÓGICA	87
CAPÍTULO V.....	88
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	88
5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	88
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES.....	94
CAPÍTULO VI.....	95
PROPUESTA DEL ESTUDIO	95
6.1. ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL	95
6.1.1. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO	95
6.1.2. MANEJO DE DESECHOS AGRÍCOLAS.....	97
6.2. PROPORCIÓN DE MEZCLA OPTIMA.....	107
6.3. PROCESO DE ELABORACIÓN	107
6.3.1. DISEÑO DE EXPERIMENTO CON MEZCLAS	108
6.3.2. MATERIALES Y EQUIPOS	108
6.3.3. RECOLECCIÓN DE LOS INSUMOS PRIMARIOS	109
6.3.4. TRITURACIÓN DE LOS MATERIALES	110
6.3.5. LIMPIEZA Y SELECCIÓN	111
6.3.6. MEZCLADO	112
6.3.7. PRENSADO	112
6.3.8. CANTIDADES SEGÚN ESPESOR	113
6.3.9. SECADO	113
4.6. DETERMINACIÓN DE COSTOS DE ELABORACIÓN.....	114
4.6.1. COSTOS DE ELABORACIÓN	114
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
ANEXOS.....	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diseño de las muestras.....	52
Tabla 2 Magnitudes para la elaboración de la mezcla optima	55
Tabla 3 Resultados de la medición de diseño de mezcla para elaboración de paneles	56
Tabla 4 Resultados del ensayo de compresión esfuerzo - deformación de paneles MC – 01.....	56
Tabla 5 Resultados del ensayo de compresión esfuerzo - deformación de paneles MC – 02.....	58
Tabla 6 Resultados del ensayo de compresión carga – desplazamiento de paneles MC – 01.....	59
Tabla 7 Resultados del ensayo de compresión carga – desplazamiento de paneles MC – 02.....	60
Tabla 8 Resultados del ensayo de compresión esfuerzo - tiempo de paneles MC – 01	61
Tabla 9 Resultados del ensayo de compresión esfuerzo - tiempo de paneles MC – 02	62
Tabla 10 Resumen de los resultados del ensayo a la compresión	63
Tabla 11 Resultados de la medición de diseño de mezcla para elaboración de paneles	64
Tabla 12 Resultados del ensayo de flexión esfuerzo - deformación de paneles MF – 01.....	64
Tabla 13 Resultados del ensayo de flexión esfuerzo - deformación de paneles MF – 02.....	65
Tabla 14 Resultados del ensayo de flexión carga – desplazamiento de paneles MF – 01.....	67
Tabla 15 Resultados del ensayo de flexión carga – desplazamiento de paneles MF – 02.....	68
Tabla 16 Resultados del ensayo de flexión esfuerzo - tiempo de paneles MF – 01.....	69
Tabla 17 Resultados del ensayo de flexión esfuerzo - tiempo de paneles MF – 02.....	70
Tabla 18 Resumen de los resultados del ensayo a la flexión	71

Tabla 19 Resultados de la medición de diseño de mezcla para elaboración de paneles	72
Tabla 20 Resultados del ensayo de tracción esfuerzo - deformación de paneles MT – 01	72
Tabla 21 Resultados del ensayo de tracción esfuerzo - deformación de paneles MT – 02	73
Tabla 22 Resultados del ensayo de tracción carga – desplazamiento de paneles MT – 01	75
Tabla 23 Resultados del ensayo de tracción carga – desplazamiento de paneles MT – 02	76
Tabla 24 Resultados del ensayo de tracción esfuerzo - tiempo de paneles MT – 01.....	77
Tabla 25 Resultados del ensayo de tracción esfuerzo - tiempo de paneles MT – 02.....	78
Tabla 26 Resumen de los resultados del ensayo a la tracción	80
Tabla 27 Resultados de la medición de diseño de mezcla para elaboración de paneles	81
Tabla 28 Resumen de resistencia térmica del panel de coronta de maíz de 15 mm junto a adobe	81
Tabla 29 Resumen de resistencia térmica del panel de coronta de maíz de 18 mm junto a adobe	82
Tabla 30 Resumen del consumo de agua en ciclo de vida de las planchas de coronta de maíz	83
Tabla 31 Resumen del consumo de energía eléctrica durante el ciclo de vida de las planchas de coronta de maíz	84
Tabla 32 Resumen de la generación de residuos sólidos durante el ciclo de vida de las planchas de coronta de maíz.....	84
Tabla 33 Análisis comparativo de resistencia a fuerzas externas en materiales similares.....	85
Tabla 34 Análisis comparativo de la resistencia térmica con otros materiales	86
Tabla 35 Análisis comparativo de la huella ecológica en materiales similares	87

Tabla 36 Análisis de asesorías sobre métodos sostenibles para el manejo de desechos agrícolas	97
Tabla 37 Análisis de existencia de productos o subproductos que actualmente obtenga de las corontas de maíz (como alimento animal, fibras, etc.)	98
Tabla 38 Análisis de iniciativas o programas de cooperación que promuevan el reciclaje o la transformación de los desechos agrícolas, como las corontas de maíz, en su región.	99
Tabla 39 Análisis del impacto ambiental de las prácticas actuales en el manejo de corontas de maíz y cómo influye en la sostenibilidad de su producción	100
Tabla 40 Análisis sobre la implementación de medidas innovadoras para el tratamiento de las corontas de maíz que contribuyen a mejorar la calidad de vida de la población	101
Tabla 41 Análisis sobre las dificultades para acceder a materiales de construcción económicos para protegerse del friaje	102
Tabla 42 Análisis sobre uso de materiales reciclados o sostenibles en la construcción o reforzamiento de sus viviendas.....	103
Tabla 43 Análisis sobre falta de materiales de construcción adecuados ha afectado negativamente la salud de su familia o comunidad durante las temporadas de frío	104
Tabla 44 Análisis sobre métodos tradicionales o alternativos de aislamiento térmico para mantener el calor en su vivienda durante el friaje	105
Tabla 45 Análisis sobre capacidad para adquirir materiales producidos en su localidad para mejorar la protección de su vivienda contra el friaje	106
Tabla 46 Magnitudes para la elaboración de la mezcla óptima	107
Tabla 47 Tabla de identificación del producto.....	108
Tabla 48 Materiales, equipos y herramientas utilizadas	108
Tabla 49 Cantidad de materiales según su espesor	113
Tabla 50 Minutos de secado según temperaturas	114
Tabla 51 Resumen del presupuesto de materiales para elaboración ecoplanchas 15 – 18 mm.....	114
Tabla 52 Resumen del presupuesto de ejecución para elaboración ecoplanchas 15 – 18 mm.....	115
Tabla 53 Resumen del presupuesto de ejecución para elaboración ecoplanchas 15 – 18 mm.....	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama ensayo de compresión simple esfuerzo – deformación en el panel MC-01.....	57
Figura 2 Diagrama ensayo de compresión simple esfuerzo – deformación en el panel MC-02.....	58
Figura 3 Diagrama ensayo de compresión carga – desplazamiento de paneles MC – 01	59
Figura 4 Diagrama ensayo de compresión carga – desplazamiento de paneles MC – 02	60
Figura 5 Diagrama ensayo de compresión esfuerzo - tiempo de paneles MC – 01.....	61
Figura 6 Diagrama ensayo de compresión esfuerzo - tiempo de paneles MC – 02.....	62
Figura 7 Diagrama ensayo de flexión simple esfuerzo – deformación en el panel MF-01.....	65
Figura 8 Diagrama ensayo de flexión simple esfuerzo – deformación en el panel MF-02.....	66
Figura 9 Diagrama ensayo de flexión carga – desplazamiento de paneles MF – 01.....	67
Figura 10 Diagrama ensayo de flexión carga – desplazamiento de paneles MF – 02.....	68
Figura 11 Diagrama ensayo de flexión esfuerzo - tiempo de paneles MF – 01	69
Figura 12 Diagrama ensayo de flexión esfuerzo - tiempo de paneles MF – 02	70
Figura 13 Diagrama ensayo de tracción esfuerzo – deformación en el panel MT-01	73
Figura 14 Diagrama ensayo de tracción esfuerzo – deformación en el panel MT-02	74
Figura 15 Diagrama ensayo de tracción carga – desplazamiento de paneles MT – 01.....	75
Figura 16 Diagrama ensayo de tracción carga – desplazamiento de paneles MT – 02.....	76

Figura 17 Diagrama ensayo de tracción esfuerzo - tiempo de paneles MT – 01	78
Figura 18 Diagrama ensayo de tracción esfuerzo - tiempo de paneles MT – 02	79
Figura 19 Ubicación geográfica del distrito de Santa María del Valle - Huánuco	95
Figura 20 Gráfico de los resultados sobre asesorías de métodos sostenibles para el manejo de desechos agrícolas	97
Figura 21 Gráfico de los resultados sobre existencia de productos o subproductos que actualmente obtenga de las corontas de maíz (como alimento animal, fibras, etc.)	98
Figura 22 Gráfico de los resultados sobre iniciativas o programas de cooperación que promuevan el reciclaje o la transformación de los desechos agrícolas, como las corontas de maíz, en su región.	99
Figura 23 Gráfico de los resultados del impacto ambiental de las prácticas actuales en el manejo de corontas de maíz y cómo influye en la sostenibilidad de su producción.....	100
Figura 24 Gráfico sobre la implementación de medidas innovadoras para el tratamiento de las corontas de maíz que contribuyen a mejorar la calidad de vida de la población	101
Figura 25 Gráfico sobre las dificultades para acceder a materiales de construcción económicos para protegerse del friaje	102
Figura 26 Gráfico sobre uso de materiales reciclados o sostenibles en la construcción o reforzamiento de sus viviendas.....	103
Figura 27 Gráfico sobre falta de materiales de construcción adecuados ha afectado negativamente la salud de su familia o comunidad durante las temporadas de frío	104
Figura 28 Gráfico sobre métodos tradicionales o alternativos de aislamiento térmico para mantener el calor en su vivienda durante el friaje	105
Figura 29 Gráfico sobre capacidad para adquirir materiales producidos en su localidad para mejorar la protección de su vivienda contra el friaje	106
Figura 30 Proceso de fabricación de las planchas térmicas	107
Figura 31 Corontas de maíz	109
Figura 32 Hueveras de cartón.....	110

Figura 33 Triturado fino.....	110
Figura 34 Triturado grueso	111
Figura 35 Limpieza y selección de materiales	111
Figura 36 Mezcla de materiales.....	112
Figura 37 Prensado de la plancha térmica	113
Figura 38 Mezcla de insumos según mezcla óptima	128
Figura 39 Trituración manual de mezcla óptima	128
Figura 40 Mezcla de insumos según proporción de 15mm y 18 mm.....	129
Figura 41 Ensayos en laboratorio para pruebas de resistencia en muestra M-01.....	130
Figura 42 Ensayos en laboratorio para pruebas de resistencia en muestra M-02.....	130
Figura 43 Ensayos de resistencia a la compresión simple MC-01, Esfuerzo – Deformación.....	131
Figura 44 Ensayos de resistencia a la compresión simple MC-01, Carga – desplazamiento.....	132
Figura 45 Ensayos de resistencia a la compresión simple MC-01, Esfuerzo – Tiempo.....	133
Figura 46 Ensayos de resistencia a la compresión simple MC-02, Esfuerzo – Deformación.....	134
Figura 47 Ensayos de resistencia a la compresión simple MC-02, Carga – desplazamiento.....	135
Figura 48 Ensayos de resistencia a la compresión simple MC-02, Esfuerzo – Tiempo.....	136
Figura 49 Ensayos de resistencia a la flexión MF-01, Esfuerzo – Deformación	137
Figura 50 Ensayos de resistencia a la flexión MF-01, Carga – desplazamiento	138
Figura 51 Ensayos de resistencia a la flexión MF-01, Esfuerzo – Tiempo.	139
Figura 52 Ensayos de resistencia a la flexión MF-02, Esfuerzo – Deformación.	140
Figura 53 Ensayos de resistencia a la flexión MF-02, Carga – desplazamiento	141
Figura 54 Ensayos de resistencia a la flexión MF-02, Esfuerzo – Tiempo.	142

Figura 55 Ensayos de resistencia a la tracción MT-02, Esfuerzo – Deformación.....	143
Figura 56 Ensayos de resistencia a la tracción MT-02, Carga – desplazamiento.....	144
Figura 57 Ensayos de resistencia a la tracción MT-02, Esfuerzo – Tiempo	145
Figura 58 Ensayos de resistencia a la tracción MT-02, Esfuerzo – Deformación.....	146
Figura 59 Ensayos de resistencia a la tracción MT-02, Carga – desplazamiento.....	147
Figura 60 Ensayos de resistencia a la tracción MT-02, Esfuerzo – Tiempo	148

RESUMEN

En los últimos años, la creciente demanda de materiales de construcción ha generado un impacto significativo sobre los recursos naturales, particularmente la madera, cuya explotación excesiva ha derivado en deforestación, incremento de costos y efectos ambientales adversos. Ante esta situación, se han buscado alternativas sostenibles que sustituyan la madera y otros materiales, sin comprometer el confort y la seguridad de las viviendas. La presente investigación surge de la necesidad de mejorar condiciones de vida de los pobladores del distrito de Santa María del Valle, en Huánuco, mediante recursos naturales como el maíz, por ello se formuló como objetivo identificar las características de las planchas a base de corontas de maíz en el distrito de Santa María del Valle, Huánuco - 2024. Por ello se realizó un estudio cuantitativo, de tipo aplicado, de nivel descriptivo y un diseño experimental. Para evaluar a la población de productores de maíz, se empleó una encuesta en el distrito de Santa María del Valle, a fin de conocer el valor de las corontas de maíz para ellos, y las necesidades que presentan. Posteriormente se realizó pruebas de laboratorio para validar las propiedades de las planchas de coronta de maíz, de manera que las muestras fueron evaluadas en base a los parámetros establecidos por la Normativa de los protocolos de ensayos de la ASTM, (Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales), la Norma Técnica E.010 Madera del Reglamento Nacional de Edificaciones, ASTM D1037-12 - Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials.

Palabra clave: Planchas de construcción térmicos, Corontas de maíz, Propiedades de resistencia, Costos de producción, Composición estructural.

ABSTRACT

In recent years, the growing demand for construction materials has had a significant impact on natural resources, particularly wood, whose excessive exploitation has led to deforestation, increased costs, and adverse environmental effects. In response to this situation, sustainable alternatives have been sought to replace wood and other materials without compromising the comfort and safety of housing. This research arises from the need to improve the living conditions of the inhabitants of the Santa María del Valle district in Huánuco through the use of natural resources such as corn. Therefore, the objective was to identify the characteristics of panels made from corn husks in the Santa María del Valle district, Huánuco, in 2023. A quantitative, applied study with a descriptive level and an experimental design was conducted. To evaluate the population of corn producers, a survey was administered in the Santa María del Valle district to determine the value they assign to corn husks and the needs they face. Subsequently, laboratory tests were performed to validate the properties of the corn husk panels. The samples were evaluated based on the standards established by ASTM testing protocols (American Society for Testing and Materials), Technical Standard E.010 Wood of the National Building Regulations, and ASTM D1037-12 - Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials.

Keywords: Thermal construction panels, Corn husks, Strength properties, Production costs, Structural composition

INTRODUCCIÓN

El distrito de Santa María del Valle, en Huánuco, se caracteriza por su población rural dedicada a la agricultura, siendo la producción de maíz una de sus principales actividades económicas. Sin embargo, los desechos orgánicos de este cultivo, como las corontas de maíz, generalmente no son aprovechados y terminan descomponiéndose, representando un recurso desaprovechado

En este contexto, la presente investigación surge del interés por evaluar el uso de las corontas de maíz como materia prima para la elaboración de planchas aislantes térmicas destinadas a mejorar el confort y bienestar en las viviendas rurales del distrito. Esta propuesta no solo busca ofrecer una alternativa sostenible frente a la tala de árboles, sino también generar un producto de construcción que sea económico, ecológico y accesible para la población local.

La presente investigación titulada: Planchas a base de corontas de maíz en el distrito de Santa María del Valle – Huánuco, 2023, tuvo como objetivo principal identificar las características de las planchas a base de corontas de maíz en el distrito de Santa María del Valle, Huánuco – 2023, por lo que se centró en el estudio de las planchas de construcción elaboradas a base de corontas de maíz, evaluando sus propiedades físicas, mecánicas y térmicas para determinar su viabilidad como material de construcción, aportando conocimientos que permitan sustituir parcialmente la madera y otros materiales tradicionales, promoviendo prácticas constructivas más sostenibles y accesibles.

Con ello, se buscó no solo optimizar el uso de residuos agrícolas, sino también contribuir al desarrollo económico local, al bienestar térmico de las viviendas y a la protección del medio ambiente, estableciendo un modelo replicable para otras regiones con características similares. Para el desarrollo de la investigación, se dividió en 5 capítulos

En el primer capítulo se abordó el planteamiento del problema, la formulación de los problemas y los objetivos de la investigación, además se presentó la justificación, las limitaciones y la viabilidad del estudio. El segundo capítulo se centró en los antecedentes utilizados a lo largo de la investigación,

la fundamentación teórica y conceptual, la hipótesis planteada y la definición de las variables involucradas. En el tercer capítulo se describió la metodología de la investigación, la población y muestra, así como las técnicas e instrumentos empleados para la recolección de datos. El cuarto capítulo presentó los resultados de las pruebas de ensayo realizadas, así como la contrastación de hipótesis. En el quinto capítulo se presenta la discusión de los resultados comparando los objetivos planteados, la hipótesis con estudios previos y reflexionando sobre su relevancia teórica y práctica. El sexto capítulo presenta un análisis situacional del distrito, así como el proceso de elaboración para obtener una mezcla óptima, junto resultados obtenidos., Finalmente se presentan las conclusiones obtenidas y las recomendaciones derivadas del estudio.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La demanda global de materiales de construcción se ha convertido en un problema persistente que afecta a la población mundial y a la sostenibilidad de los recursos naturales. La madera, en particular, es uno de los recursos más afectados debido a su uso extensivo en todas las fases de la construcción. Esto ha llevado a su sobreexplotación y a un incremento significativo de sus costos en los últimos años, causando un incremento en la deforestación de bosques sin supervisión ni control alguno dejándolo al borde de una catástrofe ambiental (Held, et al, 2021).

Según un escenario intermedio conservador dado por el Dr. Held, la producción mundial total de madera en rollo aumentará un 13% en 2050, hasta ascender a 4.300 millones de m³. Este alarmante aumento en la deforestación ha impulsado a buscar alternativas sostenibles para la obtención de materiales en la construcción que cumplan con el rol de la madera.

En América Latina, ha habido una tendencia creciente en la producción y uso de paneles de madera para satisfacer la demanda de viviendas que aseguren el bienestar de sus habitantes. Esto se debe a que muchas de las viviendas no son resistentes al frío y a los cambios bruscos de temperatura característicos de la región. Estas placas, hechas de partículas, MDF y HDF, están sustituyendo gradualmente la madera en bruto y el contrachapado debido a los efectos negativos de la deforestación de la madera en las zonas rurales.

Schimpf et al. (2018) señalan que el 18% de los materiales que usan en construcción son en base a madera. Las constructoras señalan de forma mayoritaria que no usan mayor porcentaje de este material porque es muy costoso. Esto ha determinado un cambio en sus preferencias y que ahora usen otros materiales (p. 45)

Pese a que es posible establecerlos según las especificaciones de los fabricantes, la tala indiscriminada resulta problemática, como lo demuestra la capacidad de la oficina de Novopan de talar 14.000 hectáreas de pinos, también eucaliptos y radiata cada mes. Esto provoca contaminación

ambiental, deterioro de la calidad del aire, pérdida de hábitats naturales y pérdida de biodiversidad.

Actualmente se viene elaborando paneles aislantes y placas para la construcción a base de aserrín o residuos de madera. Durante el proceso de impresión, se utilizan suplementos para unir las fibras, creando paneles que se fabrican aditivamente. Se sabe que los adhesivos de fenol-formaldehído y urea-formaldehído producen flatulencias nocivas durante todas las etapas de crecimiento, extracción y uso debido a sus propiedades tóxicas, según lo declarado por la EPA (Agencia de Protección Ambiental de EE.UU), llegando hasta causar cáncer por inhalación.

Sin embargo, esta clase de soluciones resultan muy difíciles de implementar en el Perú, dado que significan un costo extra para los empresarios que optan por la compra de madera que muchas veces se desconoce su procedencia con el fin de satisfacer la creciente demanda por viviendas que garanticen el confort de sus habitantes. Ante este problema y muchos otros desafíos, es esencial contar con emprendimientos comprometidos con el desarrollo sostenible y la mejora de los niveles de vida de las poblaciones involucradas.

El distrito de Santa María del Valle, se caracteriza por su población rural dedicado a la agricultura, siendo uno de los principales productores de maíz en la región y el país, dado que, en el 2020, los principales cultivos en base a la superficie sembrada en Santa María del Valle fueron Maíz Amiláceo (160 ha) y Maíz Amarillo Duro (25 ha), por lo que se produce gran cantidad de restos del maíz que no son aprovechados (Registro Nacional de Municipalidades, 2024)

Por otro lado, la población rural del distrito de Santa María del Valle, presentan viviendas con graves problemas en el confort y bienestar térmico ya sea por la economía o la falta de conocimientos ambientales. Con la llegada del Covid-19 se perdió la vida de muchas personas vulnerables con enfermedades respiratorias agudas o crónicas, quedando aún más evidente la falta de materiales de construcción accesibles para la población que ayuden a combatir las épocas de lluvias y heladas tan recurrentes en la región.

En este contexto, el proyecto busca aprovechar los restos del maíz, siendo alimento para el ganado cuando se encuentra verde, pero,

posteriormente, los restos como las corontas no son aprovechables por los comuneros y productores, pasando a ser almacenados en partes alejadas de las chacras y posteriormente descompuestas (Jara y Malpartida, 2022). Por ello, se propone el uso de las corontas de maíz, para la elaboración de planchas aislantes térmico. Este programa se considera un enfoque integral para gestionar estos desafíos, incluidas las necesidades humanas y las preocupaciones ambientales y de salud pública. Teniendo como objetivo no utilizar la madera como recurso en construcción, dado que aproximadamente 750 hectárea de la tierra del país se pierde anualmente debido a la destrucción de los bosques, especialmente en el distrito de Santa María del Valle.

Adicionalmente, se pone énfasis en el uso de materiales orgánicos y tecnologías constructivas que respeten el medio ambiente y maximicen la eficiencia energética. Esta estrategia consiste en utilizar unas planchas elaborado con hojas de maíz mezcladas con otros aditivos. Esta combinación no sólo utiliza materiales renovables y abundantes, sino que también reduce la dependencia de materiales antiguos perjudiciales para el medio ambiente y que a su vez afecta a los espacios de cultivos.

La coronta de maíz es la parte principal de la construcción de las planchas. Su versatilidad permite su uso en diversos campos, acelerando la construcción y reduciendo los residuos respecto a los métodos tradicionales. El proyecto se centró en evaluar las características de las planchas elaboradas con corontas de maíz como un producto destinado a mejorar el confort y el bienestar térmico en las viviendas de la población rural del distrito de Santa María del Valle. Esta región, predominantemente agrícola, se dedica a la producción de maíz, lo que facilitará la recolección de las corontas gracias al apoyo de los agricultores locales.

El uso de corontas de maíz en la construcción contribuyo al desarrollo económico del distrito de Santa María del Valle y ayudó a mejorar la calidad de vida de sus habitantes mediante la provisión de materiales de construcción no contaminantes. Este enfoque también promueve la reducción de la tala de árboles, ayudando a preservar los recursos forestales.

Las fibras derivadas de estos desechos agrícolas pueden reutilizarse de diversas maneras, reemplazando materiales convencionales en el sector de la construcción para la elaboración de paneles y revestimientos de muros o

techos interiores. Aunque estos materiales no requieren una alta resistencia estructural, es fundamental conocer la normativa nacional e internacional aplicable para su fabricación y el procedimiento para la creación de prototipos.

Asimismo, es crucial entender conceptos como panel aislante, vivienda no planificada, confort bioclimático y zona desértica, ya que estos definen el tipo de aislamiento necesario, el público objetivo, los objetivos del proyecto y las condiciones climáticas en las que se emplean. En conjunto, estas acciones tendrán un impacto positivo en la comunidad rural de Santa María del Valle.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

PG: ¿Cuáles deben ser las características óptimas de las planchas a base de corontas de maíz en el distrito de Santa María del Valle, Huánuco - 2023?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

PE1: ¿Cuáles son las propiedades de resistencia mecánica de las planchas elaboradas a base de coronta de maíz en el distrito de Santa María del Valle, Huánuco – 2023?

PE2: ¿Cuál es la resistencia térmica de las planchas elaboradas a base de coronta de maíz en el distrito de Santa María del Valle, Huánuco – 2023?

PE3: ¿Cuál es la huella ecológica generada por las planchas elaboradas a base de coronta de maíz en el distrito de Santa María del Valle, Huánuco – 2023?

1.3. OBJETIVO GENERAL

OG: Identificar las características de las planchas a base de corontas de maíz en el distrito de Santa María del Valle, Huánuco - 2023.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1: Determinar las propiedades de resistencia mecánica de las planchas elaboradas a base de coronta de maíz.

OE2: Analizar la resistencia térmica de las planchas elaboradas a base de coronta de maíz.

OE3: Identificar la huella ecológica de las planchas elaboradas a base de coronta de maíz.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Esta iniciativa beneficia directamente a los habitantes agricultores y productores de maíz en el distrito Santa María del Valle, provincia de Huánuco, donde se enfrentan a problemas de manejo de desechos en cada cosecha trayendo consigo mucha contaminación al ser desechados y quemados en grandes cantidades afectando sus tierras de cultivo y la salud propia y la de otros productores, siendo un desafío urgente el adecuado manejo de restos agrícolas.

En este sentido, la utilización de corontas de maíz para la elaboración de planchas es una forma de aprovechar un recurso que de otra manera podría ser desperdiciado. Así mismo este proyecto es especial para ayudar e incentivar prácticas agrícolas más sostenibles, donde los agricultores encuentren un valor adicional en sus cultivos de maíz, lo que los llevaría a adoptar prácticas de cultivo más responsables con el medio ambiente, aprovechando al máximo sus cultivos y dando un uso eficiente a sus recursos producidos.

1.5.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Ante la creciente necesidad de nuevos materiales para la construcción y el diseño de viviendas, la investigación ha revelado el potencial de los subproductos agrícolas, como las corontas de maíz, para la elaboración de nuevos productos, promoviendo así la eficiencia en el uso de recursos y la sostenibilidad en la cadena alimentaria.

La propuesta de utilizar planchas elaboradas a partir de la coronta de maíz y hueveras de cartón con aditivos naturales aborda la problemática en la construcción desde una perspectiva eco amigable, ofreciendo diversas soluciones al momento de construir. Esto no solo mejora las condiciones de vida de los habitantes locales carentes de recursos para adquirir material aislante de frío, sino que también reduce el impacto ambiental al reutilizar subproductos agrícolas y materiales

reciclados. Por otro lado, el proyecto requirió de un proceso de fabricación adecuado, incluyendo técnicas de extrusión y compactación, para cumplir su objetivo de proporcionar soluciones innovadoras y sostenibles.

1.5.3. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La elaboración de planchas a base de corontas de maíz demostró potencial para mejorar las condiciones de vida de los agricultores de Santa María del Valle y otras comunidades rurales de Huánuco que cultivan el maíz, al proporcionar residuos orgánicos no utilizados de estas cosechas para la fabricación de las planchas. La implementación de estas planchas en los diferentes rubros nos podría ayudar a mitigar riesgos de enfermedades respiratorias relacionadas con la contaminación, que a su vez podría regular la incidencia de la huella del carbono. La utilización de estas corontas aprovecha un recurso local abundante y subutilizado, fomentando la economía local al crear oportunidades para los agricultores locales y promoviendo prácticas de producción más sostenibles. Además, la fabricación y venta de estas planchas a nivel local crearon nuevas posibilidades de trabajo y generación de ingresos para la comunidad.

También, proporciona una opción económica y práctica para la construcción y aislamiento del frío para las zonas rurales al utilizar materiales naturales y reciclados en la elaboración de las planchas, se puede señalar que este proyecto contribuye a la sostenibilidad ambiental al reducir la dependencia de materiales no renovables y disminuir la generación de residuos.

1.5.4. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Se realizó una investigación exhaustiva sobre el procesamiento de la coronta de maíz y otros materiales necesarios para la elaboración de las planchas, además se analizó las propiedades térmicas y estructurales de estos materiales. Esto ayudó a fundamentar el diseño del ensayo y a identificar posibles desafíos técnicos. Se diseñó un experimento adecuado para probar distintas formulaciones de las

planchas, variando las proporciones de coronas de maíz, hueveras de cartón y aditivos naturales. Se organizaron ensayos para evaluar las propiedades físicas, mecánicas y térmicas de los materiales resultantes, empleando métodos como el análisis de laboratorio y pruebas de resistencia.

Se llevaron a cabo pruebas de validación para asegurar la reproducibilidad y la precisión de los resultados obtenidos. Esto incluyó la comparación de los datos experimentales con modelos teóricos, así como la repetición de los experimentos en diferentes condiciones para confirmar la consistencia de los hallazgos.

Basándose en los resultados obtenidos, se realizaron ajustes en la formulación y el proceso de fabricación de las planchas para optimizar sus propiedades y características. Esto podría implicar la modificación de las materias primas utilizadas, la temperatura y el tiempo de procesamiento, entre otros parámetros.

Adicionalmente, se llevó a cabo un estudio exhaustivo para evaluar si la producción en grandes cantidades de las planchas elaboradas con coronas de maíz es técnicamente factible y económicamente viable. Este análisis implicó estimar los costos de producción, investigar la disponibilidad de materias primas y analizar la aceptación del producto en el mercado local.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Dado que la fabricación de planchas a base de coronas de maíz puede ser un campo relativamente nuevo y muy poco explorado, la disponibilidad de información previa y estudios de investigación relacionados podría ser limitado. Lo cual dificulta la contextualización de los resultados hallados en el proyecto y la identificación de prácticas óptimas para los agricultores locales, al realizar la recolección de los materiales y su procesamiento.

Por otro lado, la investigación experimental sobre la elaboración de planchas a base de coronta de maíz requirió de recursos financieros para la adquisición de materiales, equipos y reactivos necesarios para llevar a cabo experimentos y análisis de laboratorio. La falta de un financiamiento adecuado limitó en gran medida la realización de experimentos exhaustivos y obtención

de todos los resultados deseados, así mismo la falta de acceso a tecnologías avanzadas y laboratorios equipados con instrumentación especializada en la localidad fue un importante limitante en los análisis detallados de la composición y propiedades de las planchas a base de coronta de maíz.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación sobre la fabricación de planchas utilizando coronas de maíz ha demostrado su viabilidad técnica al contar con los recursos materiales y el conocimiento técnico del investigador. Ello implicó evaluar la disponibilidad de recursos financieros para la adquisición de materiales, equipos y personal, así como anticipar un retorno económico adecuado una vez que se complete el desarrollo. Además, implicó evaluar la sostenibilidad ambiental del proyecto en términos de su huella de carbono, uso de recursos naturales y gestión de residuos, así como su contribución al desarrollo socioeconómico de las comunidades locales. Por lo tanto, la producción de planchas a base de coronas de maíz se consideró factible desde el punto de vista técnico, económico, ambiental y social.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL

En Ecuador, Tasambay (2024), en su investigación titulada: Propuesta de tablero aislante con fibras naturales de totora y cabuya, tuvo el objetivo de proponer el diseño de los componentes de un tablero aislante térmico con fibras naturales de totora y cabuya), siendo una investigación para optar por el título de arquitecta, empleo la metodología en dos fases, siendo la primera para sentar las bases teóricas del proyecto, esta fase permitió identificar brechas en el conocimiento existente, mientras que la segunda fase estuvo centrada en experimentar las características de los materiales. En sus resultados, se destacó que en el primer experimento se utilizó un enfoque experimental empleando la metodología del equipo PASCO TD-8561. En cambio, el segundo experimento se realizó aplicando el método de conducción térmica en paredes compuestas en estado estable, utilizando el aparato HT11C. Ambos métodos están fundamentados en la ley de Fourier como principio físico esencial. Los resultados obtenidos mostraron que las trece probetas tienen una conductividad térmica promedio que varía entre 0,0371 y 0,078 W/mK. De especial interés son las muestras 1A, 2A, 3A y 6A, que presentan valores inferiores a 0,050 W/mK, comparables a los aislantes típicamente utilizados en construcciones para reducir el flujo de calor. Este hallazgo indicó que los materiales derivados de la totora y la cabuya no solo pueden competir con los productos convencionales, sino que además ofrecen un impacto ambiental reducido, con menores emisiones de CO₂ durante su obtención y producción, lo que contribuye significativamente a la sostenibilidad medioambiental.

En Reino Unido, Hanzhe y Zidong (2022), hizo un estudio titulado: Manufacturing Process of Recycling Corn Fiber, A Low-tech Materials for Modular Construction, Proceso de fabricación de fibra de maíz reciclada,

un material de baja tecnología para la construcción modular. La investigación demostró un enfoque novedoso para utilizar varias partes de plantas de maíz (hojas, frutos y granos) para crear materiales de construcción que puedan modularizar para fines de construcción. Tras pruebas de rendimiento que involucraron la fabricación de dos sillas, se encontró que el material tiene potencial tanto para superficies de construcción como para interiores. En comparación con los métodos de reciclaje convencionales, el proceso propuesto resultó más económico, puesto que requiere menos equipamiento y tiene un menor impacto ambiental, lo que facilita una construcción rápida y la participación comunitaria. Sin embargo, debido a las limitaciones de la investigación, como la falta de experimentación en dimensiones arquitectónicas y la ausencia de pruebas mecánicas rigurosas, no se pudo determinar con certeza si las sillas podrían hincharse o deformarse con la exposición prolongada a la humedad. A pesar de estas restricciones, el método propuesto resultó atractivo debido a su economía, necesidades mínimas de equipamiento y rapidez en la ejecución, lo que lo hace especialmente adecuado para proyectos locales de autoconstrucción. Este enfoque de tecnología abierta ofrece a las comunidades la oportunidad de desarrollar sus propias empresas de materiales de construcción, aprovechando los residuos agrícolas y promoviendo un enfoque participativo y colaborativo en la construcción de viviendas. Los arquitectos pasan de ser meros diseñadores a facilitadores de sistemas, mientras que los residentes locales se convierten en productores activos en lugar de consumidores pasivos.

En Costa Rica, Espinoza, et. al (2022), realizó un trabajo de investigación titulado: Elaboración de placas de aislamiento térmico a partir de fibra de coco empleando ácido poliláctico (PLA) como aglutinante, realizado en la Universidad de Costa Rica, para optar por el grado académico de Ingeniera, tuvo como objetivo: Determinar la capacidad de aislamiento térmico de las fibras de coco y su resistencia a la tracción mediante la adición de ácido poliláctico (PLA) como aglutinante, aprovechando la abundancia de esta materia prima en la Zona Caribe costarricense. La muestra estuvo conformada por fibras de

coco recolectadas en Batán (Limón), procesadas en laboratorio con diferentes tratamientos y tamaños de partícula, como técnica se utilizó la caracterización química (celulosa, hemicelulosa, lignina, cenizas, extractivos), pruebas térmicas (conductividad), ensayos mecánicos (tracción), y como instrumentos se empleó un equipo de conductividad térmica PASCO TD-8561, y las normas TAPPI y ASTM para pruebas de composición y tracción. Los resultados demostraron que la fibra de coco sin tratamiento presentó la menor conductividad térmica (0,0332 W/mC), lo que la convierte en el mejor aislante en comparación con la fibra tratada con acetona (0,0792 W/mC) y con acetosol (0,1330 W/mC). Sin embargo, al incorporar ácido poliláctico (PLA) como aglutinante, aunque se produjo un aumento en la conductividad térmica (0,0693 W/mC), se logró una mejora significativa en las propiedades mecánicas, alcanzando una resistencia a la tracción de hasta $290,33 \pm 48,73$ N en placas elaboradas con fibra de 1,5 mm y 30,85 % de PLA, lo que evidencia que la adición del polímero refuerza la estabilidad estructural del material. En sus conclusiones señala que la fibra de coco sin tratamiento es la más adecuada para fabricar aislantes térmicos, ya que los procesos de deslignificación aumentan la conductividad. No obstante, los paneles sin aglutinante carecen de resistencia mecánica suficiente para su comercialización. La adición de PLA, bajo condiciones de prensado controladas (186–190°C, 9,8–14,7 KPa, 7 min y fibras de 1,5 mm), mejora la maleabilidad y la resistencia a la tracción ($290,33 \pm 48,73$ N) sin comprometer la vida útil del material. Sin embargo, para su aplicación en el mercado se requieren más estudios sobre humedad, absorción de agua, vida útil y resistencia a hongos.

2.1.2. A NIVEL NACIONAL

En Lima. Carrasco y Peña (2023), investigaron sobre la elaboración de paneles aislantes térmicos con la hoja del plátano y cascarilla del arroz, para la vivienda no planificada en zonas desérticas, para la ciudad de Piura, Perú, realizado en la Universidad Tecnológica del Perú, para optar por el título profesional de Arquitecto. La investigación buscó determinar las propiedades térmicas de los paneles con hoja de plátano

y cascarilla de arroz en la vivienda no planificada en zonas desérticas, para la ciudad de Piura, Perú, empleo un enfoque cuantitativo, con el cual se verificó las características aislantes térmicas a través de pruebas de conductividad térmica, recolectando y analizando datos de los materiales. Con un alcance descriptivo que se centró en identificar las propiedades necesarias en un panel aislante térmico con materiales reutilizables para adaptarse al clima local. El diseño no experimental incluyó la creación de una mezcla con hoja de plátano, cascarilla de arroz y un aglutinante. Se utilizaron técnicas de recolección de datos como análisis documental de fuentes como el SENAMHI y la Universidad de Piura, así como fichas de registro para recopilar información detallada de los materiales. Señalando en sus conclusiones los paneles elaborados con hoja de plátano y cascarilla de arroz demostraron ser altamente eficientes en términos de conductividad térmica, con un coeficiente de 0.20 W/m.k , superando a materiales convencionales como paneles de yeso, ladrillos y tejas. Se determinó que los paneles de 1.5 y 3 cm de espesor, con una dosificación óptima de 60% hoja de plátano, presentan una excelente conductividad y transmitancia térmica. Al instalar los paneles en muros de adobe, se logró una mejora significativa en la eficiencia térmica. A pesar de que en techos de calamina y fibrocemento con cámara de aire se superaron los límites de transmitancia, se observó una reducción del 21% en el comportamiento térmico en comparación con techos sin aislamiento. La versatilidad de estos paneles se evidenció en su fácil instalación, lo que conlleva a ahorros de tiempo y mano de obra.

En Puno, Torres y Humalla (2023) investigó sobre la elaboración de paneles termoaislantes a partir de fibras de *Stipa ichu* y fibras de celulosa para mejorar el confort térmico en viviendas de la región de Puno, de la Universidad Nacional del Altiplano, tesis para optar el título profesional de: Arquitecto. El objetivo fue proponer un panel termoaislante a partir de fibra de *Stipa ichu* y fibra de celulosa, para mejorar el confort térmico en viviendas de la región de Puno. El estudio se basó en un enfoque cuantitativo, de nivel relacional y diseño experimental. La muestra investigada fue no probabilística por

conveniencia, considerando una población finita conforme al diseño de ensayos. Esta selección se realizó siguiendo las normativas vigentes “Yesos para construcción” – Gypsum for Construction. Standard Specification for Gypsum (NTP 334.135). Empleó como instrumento fichas de observación y fichas bibliográficas, utilizadas para sistematizar y organizar la información obtenida, además, se aplicaron ensayos de laboratorio, siguiendo las normas técnicas peruanas (NTP). Los resultados obtenidos evidenciaron que los paneles elaborados con fibras de Stipa ichu, fibras de celulosa, yeso, papel y aditivos (nitrato de calcio y cemento) presentaron un desempeño favorable al ser sometidos a ensayos de resistencia a la compresión, flexión y determinación de materia orgánica. Las mezclas con proporciones equilibradas de yeso y fibra triturada alcanzaron mayores niveles de resistencia mecánica y estabilidad dimensional, mientras que la incorporación de cemento reforzó la resistencia y el exceso de fibra redujo la compactación. Asimismo, el nitrato de calcio mejoró el fraguado y la durabilidad. Al comparar los resultados con la Norma Técnica Peruana RNE E.070, se verificó que los paneles cumplen con los parámetros establecidos, confirmando su viabilidad como material de construcción, aunque se resalta la necesidad de mantener un equilibrio integral en el diseño, ya que potenciar una propiedad puede afectar otras. En sus conclusiones señaló que la propuesta de elaborar paneles termoaislantes con fibras de Stipa ichu y celulosa se presenta como una alternativa efectiva para mejorar el confort térmico en las viviendas de Puno, al demostrar propiedades físicas y mecánicas que superan los requisitos mínimos de la NTP 334.135 “Yesos para construcción”. Además, definió una mezcla óptima compuesta por Stipa ichu entera (10%), fibra de Stipa ichu (15%), fibra de celulosa (14%), yeso (60%) y nitrato de calcio (1%), logrando un material heterogéneo pero resistente y viable como insumo constructivo, con beneficios tanto para el bienestar de los habitantes como para el desarrollo sostenible de la región.

En Chimbote, Morales y Ramírez (2022), investigaron sobre las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², sustituyendo cenizas de ramas de pino y coronta de maíz por cemento, Ancash-2022. Tuvo como

objetivo evaluar la influencia de la sustitución de ceniza de ramas de pino y coronta de maíz en las propiedades físico mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$, Ancash - 2022, En el experimento se probaron cuatro dosificaciones de concreto, expresadas en porcentajes como M1= (2%CRP+6%CCM), M2= (4%CRP+6%CCM), M3= (2%CRP+8%CCM) y M4= (4% CRP+8%CCM), las cuales reemplazaron al cemento en una mezcla base de concreto. El método de investigación se aplicó en el medio mediante un enfoque cuantitativo con un diseño cuasi experimental utilizando 90 puentes y 15 vigas, las cuales fueron ensayadas los días 7, 14 y 28. Los resultados fueron de las características físicas que demostraron que la resolución varía de 82,55. mm a 91,44 mm (para el M4), lo que indica una consistencia suave, manteniendo al mismo tiempo un alto nivel de rendimiento. El peso de la unidad es similar al concreto actual y el contenido de aire es de 1,5 a 1,6%, dentro del rango aceptable de 1 a 3%. Se mostró una reducción de la contracción, que varía entre 19,87% y 24,55%, un buen resultado. Para resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y flexibilidad a los 28 días, se tomaron los valores para las cuatro muestras (245,66 kg/cm², 251,33 kg/cm², 255,33 kg/cm², 260,66 kg/cm²); (23,17 kg/cm², 24,10 kg/cm², 24,87 kg/cm², 26,07 kg/cm²); y (18,25 kg/cm², 20,70 kg/cm², 23,15 kg/cm², 25,59 kg/cm²).

2.1.3. A NIVEL LOCAL

En Amarilis, Bravo (2023), en su tesis titulada: Implementación de paneles aislantes estructurales para una edificación de 4 niveles para mejorar el comportamiento estructural, Amarilis - Huánuco - 2022, realizado en la Universidad de Huánuco, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, tuvo como propósito implementar paneles aislantes estructurales a una edificación de 4 niveles para mejorar el comportamiento estructural ante eventos sísmicos, Amarilis - Huánuco - 2022, empleó una metodología de enfoque cuantitativo con un alcance correlacional y un diseño no experimental, la investigación se centró en un edificio ubicado en la Av. Loma Umbrosa, distrito de Amarilis. Las técnicas empleadas incluyeron la observación, el levantamiento

topográfico y el estudio de la mecánica de suelos para recopilar datos numéricos y evaluar la efectividad de los paneles aislantes en la mejora estructural del edificio. Señalando en sus conclusiones que el uso de paneles aislantes estructurales en un edificio de cuatro niveles mejora significativamente el comportamiento estructural en comparación con el sistema convencional de concreto armado. El empleo del software ETABS para el modelamiento estructural optimiza el análisis sismorresistente y los resultados obtenidos. Además, el uso de paneles aislantes reduce la fuerza cortante en los ejes X-X y Y-Y y disminuye la deriva inelástica en comparación con el sistema convencional de concreto armado.

En PillcoMarca, Mallqui (2023), en su tesis titulada: Análisis de resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos con adición de fibras de caucho reciclado. Pillco Marca, Huánuco - 2023, realizada en la Universidad Nacional de Huánuco, para optar por el grado de Ingeniero Civil, tuvo como objetivo: determinar la resistencia a la flexión en los pavimentos rígidos cuando añadimos fibras de caucho proveniente de llantas recicladas en Pillco Marca, Huánuco – 2023, utilizó un enfoque descriptivo y una investigación aplicada-cuantitativa con diseño experimental, la población de estudio incluyó 126 probetas cilíndricas y 126 vigas prismáticas para analizar la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión del concreto, respectivamente. Las técnicas e instrumentos empleados incluyeron el análisis de documentos y ensayos realizados según las normativas NTP y ASTM, además del análisis de datos para evaluar el rendimiento de los pavimentos. Señalando en sus conclusiones que el concreto con un 4.5% de fibra de caucho reciclado mejoró su resistencia a la flexión, alcanzando un 110.92% y 112.54% respecto al concreto sin fibra, dependiendo del tamaño de la fibra (1x2cm y 1x4cm, respectivamente). Además, la resistencia a la compresión también aumentó, con incrementos de 5.52% a 6.11% según el tamaño de la piedra chancada utilizada (1/2" y 3/4"). El uso de fibras de caucho reciclado mejora tanto la resistencia a la flexión como a la compresión del concreto, con efectos más significativos al utilizar fibras y piedras de mayor tamaño. También

se observó que el concreto se vuelve más trabajable con mayores porcentajes de fibra de caucho.

En Huánuco, Fretel (2022), en su tesis titulada: El Ichu (*Stipa ichu*) en la bioconstrucción y su influencia en el confort térmico de viviendas de Ayapiteg, Huánuco 2022, realizado en la Universidad Nacional de Huánuco, para optar por el grado de maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental. La investigación tuvo como objetivo: determinar el Ichu (*Stipa Ichu*) en la bioconstrucción y su influencia en el confort térmico de viviendas de Ayapiteg, Huánuco 2022, utilizó un enfoque explicativo, realizando un estudio longitudinal para medir la variación de temperatura y humedad en módulos experimentales durante los meses fríos. La investigación correlacional exploró la relación entre la incorporación del Ichu (variable independiente) y el confort térmico (variable dependiente). Se seleccionaron dos módulos de viviendas en Ayapiteg, una zona fría a 3921 m.s.n.m., donde predomina la construcción con tierra. Se empleó la observación directa como técnica principal de recolección de datos. Señalando en sus conclusiones que en relación con el impacto del Ichu (*Stipa Ichu*) en la bioconstrucción y el confort térmico de las viviendas en el Centro Poblado de Ayapiteg, se evaluó el efecto en la temperatura y humedad en dos módulos experimentales. Se observó que el Ichu tiene una influencia positiva en el confort térmico en zonas de clima extremadamente frío a altitudes superiores a 3000 m.s.n.m. Además, se analizó la variación de temperatura y humedad en los módulos, concluyendo que el uso del Ichu impacta significativamente en la temperatura y humedad interior de las viviendas. Asimismo, se examinó la eficiencia energética, observando que una dosificación del 100% de Ichu muestra mejoras óptimas en comparación con una dosificación del 50%, tanto en términos de energía como en su impacto ambiental.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. PLANCHAS DE CONSTRUCCIÓN TÉRMICAS

Las planchas de construcción térmica son paneles elaborados mediante la unión de diversas piezas de madera sólida, viruta o

componentes reciclados de diferentes dimensiones, como tablas, cuadradillos o listones, que se adhieren entre sí por los bordes y ocasionalmente por las superficies. Esta clase de planchas están diseñadas para mejorar el aislamiento térmico en edificaciones, proporcionando un mayor confort bioclimático. (Escuela de postgrado industrial, 2022)

En la presente investigación, las planchas térmicas son elaboradas con materiales como corontas de maíz y otros materiales domésticos reciclados. Estos ofrecen una solución sostenible y eficiente para mantener temperaturas agradables en el interior de las viviendas, reduciendo la dependencia de sistemas de calefacción y refrigeración. Además, su producción y uso contribuyen a la conservación de los recursos naturales, al reutilizar desechos agrícolas y disminuir la necesidad de tala de árboles.

2.2.1.1. CARACTERÍSTICAS

Se refiere al proceso de concepción, planificación y creación de productos, sistemas o servicios, teniendo en cuenta aspectos como funcionalidad, estética, usabilidad y viabilidad técnica. Implica la generación de soluciones innovadoras que satisfagan las necesidades y expectativas del usuario final, así como la optimización de recursos y procesos.

El diseño abarca múltiples disciplinas, incluyendo diseño gráfico, diseño industrial, diseño de interiores, diseño de experiencia de usuario, entre otros, y desempeña un papel fundamental en la creación de productos y servicios exitosos y atractivos en diversos campos y sectores.

La empresa Novopan realiza planchas con características únicas siendo tableros MDP termo fundido con lámina decorativa impregnada con resinas melamínicas en espesores de, 15, 18, 25 y 36 milímetros teniendo resultados únicos, de modernos clasificadores de partículas y avanzados softwares de control.

Olortegui (2017) menciona algunas características de las planchas para la construcción es que son duraderas frente a

rayones, repelen la humedad, son fáciles de mantener limpias, pueden resistir el contacto con objetos calientes y cajonerías en ambos extremos.

Es por ello que el proyecto busca tener presentaciones únicas como: acabados en rústicos, acabados naturales, pre pintado y con capas de barniz para aislar de la humedad y su manipulación será moldeable mediante la aplicación de presión, cortes u otros métodos, las medidas serán en un formato estándar de 1200 x 700 mm, lo que determinó las dimensiones básicas de cada unidad producida, así mismo las planchas se elaboran en diferentes espesores según los requisitos del proyecto o aplicación. Los espesores disponibles son de 12, 15 y 18mm, brindando opciones para adaptarse a diversas necesidades estructurales o de diseño.

2.2.1.2. COSTOS DE LAS PLANCHAS TÉRMICAS

De acuerdo con Chávez, et al (2018) mencionan que la empresa Novopan realiza planchas con precios que varían según el formato, espesor y color, que pueden ser desde 145 soles hasta los 450 soles, costos que no es para todo público por lo caro que puede llegar a ser.

Por esta razón, el proyecto se enfoca en ofrecer costos accesibles para todos los usuarios, especialmente para las comunidades con recursos limitados. Se propone que el 100% de las corontas de maíz sean adquiridas directamente de los productores del centro poblado de Santa María del Valle. Esta estrategia no solo facilita el acceso a materiales de construcción aislantes del frío a bajo costo, sino que también representa un esfuerzo significativo en la preservación del medio ambiente local. Al apoyar a los agricultores locales y reutilizar desechos agrícolas, el proyecto fomenta prácticas sostenibles y refuerza la economía de la comunidad, proporcionando una solución práctica y ecológica para la construcción de viviendas con mejor aislamiento térmico.

Por otro lado, esta forma de obtención de los recursos primarios ayuda a que los usuarios de las planchas a bases de corontas de maíz tengan más oportunidades de compra.

2.2.1.3. RESISTENCIAS DE LAS PLANCHAS TÉRMICAS

Son las resistencias evaluadas en esta clase de planchas y tiene como objetivo conocer en detalle las propiedades de los materiales y verificar que cumplan con los requisitos físicos establecidos por la Norma Técnica Peruana NTP. (Mera y Saavedra, 2021)

En base a ello se plantean los siguientes tipos de resistencias:

- **Resistencias Térmica**

La resistencia térmica es la capacidad de un material para resistir el flujo de calor. En el contexto de planchas aislantes para la construcción, una alta resistencia térmica significa que el material es eficaz para mantener la temperatura interior estable, protegiendo contra las variaciones climáticas externas. Este atributo es crucial para mejorar el confort bioclimático de las viviendas, reduciendo la necesidad de sistemas de calefacción y refrigeración y, en consecuencia, los costos energéticos.

- **Resistencia a la flexión**

De acuerdo con Abeto y Alerce (2024) es la capacidad del material para resistir las tensiones de compresión y tracción paralelas a sus fibras. El material de construcción puede encontrarse en diversas posiciones al enfrentar fuerzas de flexión, como entre dos apoyos, sobre dos apoyos, o adherida a otra pieza. En la madera suele ser generalmente muy alta.

La resistencia a la flexión es la capacidad de un material para soportar fuerzas que intentan doblarlo. Para las planchas aislantes en la construcción, una buena resistencia a la flexión asegura que el material pueda soportar cargas y tensiones sin deformarse, lo que es esencial para mantener la integridad

estructural de paredes y techos. Este atributo permite que las planchas se utilicen en diversas aplicaciones constructivas, proporcionando durabilidad y estabilidad.

- **Resistencia a la tracción**

De acuerdo con Abeto y Alerce (2024) es la capacidad del material para resistir dos tensiones opuestas que reducen su sección transversal y aumentan su longitud. Aunque esta propiedad es de poca relevancia en la fabricación de muebles, es fundamental en los paneles de construcción.

La resistencia a la tracción se refiere a la capacidad de un material para resistir fuerzas que intentan estirarlo. En las planchas aislantes, una alta resistencia a la tracción es fundamental para asegurar que el material no se rompa o desgarre bajo tensión. Este atributo es especialmente importante durante la instalación y el mantenimiento de las planchas, garantizando que puedan soportar las tensiones sin comprometer su funcionalidad aislante.

- **Resistencia a la compresión**

De acuerdo con Abeto y Alerce (2024) es capacidad del material para resistir tensiones que tienden a aplastarla. El efecto de aplastamiento es mayor cuando las fibras están orientadas perpendicularmente que cuando están en sentido paralelo.

La resistencia a la compresión es la capacidad de un material para resistir fuerzas que intentan aplastarlo. En el caso de las planchas aislantes para la construcción, una buena resistencia a la compresión es crucial para soportar el peso de las estructuras y otras cargas sin deformarse. Este atributo asegura que las planchas mantengan su forma y propiedades aislantes incluso bajo presión, contribuyendo a la estabilidad y durabilidad de las construcciones.

- **Resistencia a la humedad**

La resistencia a la humedad es la capacidad de un material para resistir la absorción y el daño causado por el

agua. En las planchas aislantes, una alta resistencia a la humedad es esencial para evitar la degradación y el crecimiento de moho, que pueden comprometer tanto la integridad estructural como la eficiencia térmica del material. Este atributo es especialmente importante en ambientes húmedos o expuestos a la intemperie, asegurando que las planchas mantengan sus propiedades aislantes y su durabilidad a lo largo del tiempo.

- **Módulo de elasticidad**

De acuerdo con Abeto y Alerce (2024) la capacidad de los materiales para curvarse longitudinalmente sin romperse se debe a su propiedad de elasticidad. Existen dos tipos de módulos de elasticidad en las fibras paralelas: el módulo de elasticidad a la tracción y el módulo de elasticidad a la compresión. Como se ha mencionado anteriormente, la resistencia de la madera a estas fuerzas varía.

En la práctica, se utiliza un único valor del módulo de elasticidad para las fibras paralelas, calculado a partir de los valores de tracción y compresión. Dependiendo de la calidad de la madera, este valor suele estar entre 70.000 y 120.000 kg/cm².

El módulo de elasticidad, también conocido como módulo de Young, mide la rigidez de un material. En las planchas aislantes, un módulo de elasticidad adecuado asegura que el material pueda deformarse bajo carga y recuperar su forma original una vez que la carga es removida. Esto es importante para mantener la integridad estructural y las propiedades aislantes del material a lo largo del tiempo, especialmente en aplicaciones donde las planchas están sujetas a movimientos o vibraciones.

2.2.1.4. HUELLA AMBIENTAL DE LAS PLANCHAS

Según Fuentes (2017) la Huella Ambiental del Producto (PEF) es una medida multicriterio que evalúa el desempeño ambiental de

un bien o servicio a lo largo de su ciclo de vida. La información de la PEF se genera con el objetivo de reducir los impactos ambientales de los bienes y servicios, considerando las actividades de toda la cadena de suministro, desde la extracción de materias primas, la producción y el uso, hasta la gestión final de los residuos. Para ello se emplearán los siguientes indicadores:

- **Consumo de agua**

El consumo de agua es un indicador crítico en la evaluación de la huella ambiental de productos, incluida la madera, ya que refleja la cantidad de agua utilizada a lo largo de su ciclo de vida. En el contexto de la huella de carbono, el consumo de agua puede influir en la huella global, ya que el uso intensivo de recursos hídricos puede estar asociado a procesos que generan emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, la agricultura de bosques y el procesamiento de madera requieren grandes cantidades de agua. Además, el consumo de agua puede tener impactos indirectos en la huella de carbono, ya que la escasez de agua puede afectar la disponibilidad de recursos y la eficiencia de los procesos industriales, exacerbando las emisiones. La gestión eficiente del agua y la reducción del consumo en cada etapa del ciclo de vida del producto son fundamentales para minimizar el impacto ambiental y mejorar la sostenibilidad.

- **Uso de energía**

El uso de energía es un factor clave en la evaluación de la huella de carbono, ya que la cantidad de energía consumida durante la producción, procesamiento, transporte y uso de un producto contribuye directamente a las emisiones de gases de efecto invernadero.

En el caso de los materiales de construcción, el uso de energía incluye la energía necesaria para la tala, el transporte de la madera, el procesamiento en aserraderos, y los tratamientos posteriores. La energía utilizada puede provenir de fuentes renovables o no renovables, y el tipo de fuente

energética afecta significativamente la huella de carbono. Por ejemplo, el uso de energía proveniente de combustibles fósiles genera mayores emisiones de CO₂ en comparación con las fuentes de energía renovables. La eficiencia energética en los procesos industriales y el uso de fuentes de energía limpias son esenciales para reducir la huella de carbono y minimizar el impacto ambiental asociado al producto.

- **Toxicidad humana y ecológica**

La toxicidad humana y ecológica se refiere al impacto de los productos químicos y materiales tóxicos que pueden liberarse durante el ciclo de vida del producto, afectando tanto a las personas como a los ecosistemas. En la huella de carbono, la toxicidad puede ser un factor importante, ya que los procesos industriales que utilizan sustancias químicas pueden generar emisiones de gases de efecto invernadero y contribuir a la contaminación.

En el caso de los materiales de construcción, el uso de productos químicos para tratar la madera, como conservantes y tintes, puede tener efectos adversos tanto en la salud humana como en el medio ambiente. Además, la liberación de compuestos tóxicos puede afectar la calidad del aire y del agua, y tener efectos perjudiciales en la biodiversidad. Evaluar y minimizar la toxicidad a lo largo del ciclo de vida de los productos es crucial para reducir su impacto ambiental y proteger la salud de las personas y los ecosistemas.

2.2.1.5. RUBROS DE APLICACIÓN

Según Olortegui (2017) menciona que las planchas de agro materiales o residuos como la melanina son usadas en diferentes rubros, división de espacios, cielo raso, fabricación de muebles ya sea para espacios públicos o privados entre ellos tenemos, camas, escritorios, bancas, sillas, reposteros, centros de entretenimiento y closet.

Es por ello que la presente propuesta busca realizar planchas que puedan ser excelentes en la fabricación de diferentes mobiliarios en la construcción en áreas o aplicaciones en las cuales el producto puede ser utilizado. En este caso, la plancha a base de corontas de maíz pudo ser empleada en el forrado de paredes, fabricación de muebles, división de espacios; así mismo estas planchas a base de corontas de maíz pudieron ser utilizados como revestimiento de paredes en construcciones residenciales, comerciales e industriales, proporcionando un acabado estético y funcional.

GREEMAP (2020) menciona que puede clasificar los tableros según su composición y también según el recubrimiento o acabado final del tablero. siguiente: Madera maciza o alistonado, plancha de madera, OSB o tableros de virutas orientadas, tableros de fibras, MDF, tablero laminado y micro laminado.

Estas planchas en su gran mayoría son hechas por madera, contribuyendo a la tala de árboles ya que en la región Huánuco se talan aproximadamente, 750 hectáreas por año, lo cual resulta perjudicial para el ser humano en poco tiempo, es por ello que se ve la necesidad de reemplazarlo por coronta de maíz, ya que muchos países han optado por diversas formas de producir las planchas como, por ejemplo. de cascarilla de arroz, de cascara de coco, entre otros.

2.2.2. RESIDUOS DE MAIZ EN LA CONSTRUCCIÓN

Se plantea el uso corontas de maíz como materia prima para la producción de planchas, dado que es material que se desecha en grandes cantidades como un subproducto de la producción de maíz. Esta alternativa no solo contribuye a reducir el impacto ambiental asociado con la tala de árboles, sino que también promueve el aprovechamiento sostenible de residuos agrícolas, a continuación, presentamos datos de la producción de maíz y por ende la coronta de maíz:

En octubre de 2023, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, 2024) publicó un informe en el que calculó que la producción global de maíz para el ciclo 2023/2024 alcanzaría aproximadamente 1.214,47 millones de toneladas. Este número representa un aumento de aproximadamente 0,18 millones de toneladas en comparación con la proyección del mes anterior. En el ciclo anterior, la producción de maíz fue de 1,154.99 millones de toneladas. Si se confirma la estimación actual, los 1,214.47 millones de toneladas previstos para este año representan un incremento de 59.48 millones de toneladas o un 5.15% en la producción de maíz a nivel global.

La elaboración de planchas a base de corontas de maíz representa una oportunidad para fomentar la innovación en este campo y promover soluciones más sostenibles a nivel internacional. Según INEI (2022), indica que la producción de maíz fue:

En julio de 2022, la producción de maíz amiláceo en Perú alcanzó las 78,285 toneladas, registrando un incremento del 25.8% respecto al mismo mes del año anterior. Este aumento se fundamentó en la expansión de las áreas destinadas a la cosecha y en el incremento de los rendimientos, beneficiados por las lluvias registradas en varias regiones del país. Estos datos fueron revelados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) la producción de maíz se destacó principalmente en regiones como Cusco (210.7%), Amazonas (128.9%), Huancavelica (25.5%), Huánuco (14.6%), y La Libertad (9.1%). Estas regiones en conjunto concentraron el 69.1% de la producción nacional de maíz durante dicho periodo.

Asimismo, de acuerdo al informe del Instituto Peruano de Economía (2022), en la región Huánuco en el primer trimestre del año, destaca la mayor producción de maíz amarillo duro con un (9.3%), y maíz amiláceo (13.8%).

2.2.2.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CORONTA DE MAÍZ

- **Contenido de celulosa**

La celulosa constituye uno de los elementos fundamentales de la coronta de maíz, y su cantidad puede

diferir según la variedad de maíz y las circunstancias ambientales durante su desarrollo. Un alto contenido de celulosa puede indicar la idoneidad de la coronta para ciertas aplicaciones, como la producción de biocombustibles o la fabricación de materiales de construcción sostenibles.

- **Proporción de lignina:**

La lignina es otro componente importante de la coronta de maíz. Su proporción en la composición puede influir en características como la resistencia y durabilidad de la coronta. Una alta proporción de lignina puede hacer que la coronta sea más resistente a la descomposición y la degradación, lo que la hace adecuada para aplicaciones en las que se requiere estabilidad a largo plazo.

2.2.2.2. COMPOSICIÓN ESTRUCTURAL DE LA CORONTA DE MAÍZ

- **Porosidad**

La porosidad se refiere a la cantidad y tamaño de los poros presentes en la estructura de la coronta de maíz. Una alta porosidad puede influir en la capacidad de la coronta para retener agua, nutrientes o gases, lo que puede ser relevante para su uso en aplicaciones como la fabricación de materiales de construcción o la producción de biocombustibles.

- **Densidad aparente**

La densidad aparente es una medida de la masa de la coronta de maíz en relación con su volumen total. La densidad aparente puede variar dependiendo de factores como la densidad de la materia prima el alcance de compactación durante el procesamiento. Este indicador puede ser importante para determinar la resistencia y la durabilidad de la coronta en aplicaciones específicas.

- **Acidificación y eutrofización**

La acidificación se refiere al aumento de la acidez en los suelos o cuerpos de agua debido a la deposición de

sustancias ácidas, como óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre. La eutrofización es un proceso de enriquecimiento excesivo de nutrientes en aguas, que causa la proliferación de algas y la disminución de oxígeno, perjudicando la vida acuática.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

1. **Aislamiento térmico y acústico:** Las planchas elaboradas de coronta de maíz pueden proporcionar un buen aislamiento térmico y acústico debido a la naturaleza fibrosa del material. Esto las hace adecuadas para aplicaciones donde se requiere un buen aislamiento, como paredes, techos o divisiones internas.
2. **Análisis de laboratorio:** Se refiere a las pruebas y estudios detallados realizados en un entorno controlado para investigar las propiedades químicas, físicas o mecánicas de un material. Estos análisis son cruciales para garantizar que un material cumpla con las especificaciones técnicas y normativas necesarias para su uso en diversas aplicaciones.
3. **Consumo de agua:** Indica la cantidad de agua necesaria durante la producción de bienes o servicios. Esto incluye tanto el uso directo en procesos industriales como el consumo indirecto durante la obtención de materias primas. Reducir el consumo de agua es una prioridad en la sostenibilidad ambiental.
4. **Contenido de celulosa:** Es la cantidad de celulosa presente en un material, especialmente en productos derivados de plantas como papel o fibras textiles. La celulosa es un polisacárido estructural clave en las plantas, que les proporciona rigidez y resistencia, y es una materia prima fundamental en muchas industrias.
5. **Hemicelulosa:** Es un polisacárido que, junto con la celulosa y la lignina, forma parte de la estructura de las plantas. Ambos componentes son importantes para determinar la calidad y el comportamiento de los materiales en procesos industriales.
6. **Densidad aparente:** Se refiere a la masa de un material por unidad de volumen, considerando tanto la materia sólida como los

espacios vacíos o poros. Es una propiedad que afecta la resistencia, el peso y la eficiencia en la utilización de materiales, siendo clave en áreas como la construcción y los productos compuestos.

7. **Distribución del tamaño de partícula:** Describe la variación en el tamaño de las partículas que componen un material. Esta distribución afecta las propiedades físicas y mecánicas, como la estabilidad, resistencia y capacidad de procesamiento, y es relevante en industrias como la farmacéutica, la construcción y la metalurgia.
8. **Eco-amigables:** Las planchas elaboradas de coronta de maíz son respetuosas con el medio ambiente, ya que están hechas de un material renovable y biodegradable. Esto las hace una elección sustentable y accesible con el medio ambiente en comparación con otros materiales convencionales.
9. **Estética natural:** Las planchas elaboradas de coronta de maíz pueden tener una apariencia natural y orgánica, que puede agregar un toque estético único a cualquier proyecto. Esto las hace atractivas para aquellos que buscan un estilo rústico y sostenible en sus diseños.
10. **Impacto y abrasión:** Las planchas de coronta de maíz pueden ser menos resistentes a golpes y arañazos en comparación con materiales más duros como el metal o el plástico. Por lo tanto, pueden requerir cuidado adicional para evitar daños por impacto o abrasión.
11. **Ligereza:** A pesar de su resistencia, las planchas de coronta de maíz tienden a ser más ligeras que materiales como la madera o el metal. Esto facilita su transporte, manejo e instalación, lo que puede ser especialmente ventajoso en aplicaciones de construcción y fabricación.
12. **Módulo de elasticidad:** Es una medida de la rigidez de un material y su capacidad para deformarse de manera reversible bajo una fuerza. El módulo de elasticidad determina cuánta deformación puede sufrir un material antes de que se produzcan deformaciones

permanentes. Este concepto es fundamental en ingeniería y diseño estructural, ya que influye en cómo un material responde a cargas aplicadas.

- 13. Porosidad:** Es la proporción de espacios vacíos o poros dentro de un material, que influye en su capacidad para absorber líquidos o gases y en su resistencia mecánica. La porosidad es un factor clave en materiales como cerámicas, concretos y aislantes, afectando su rendimiento en diversas aplicaciones.
- 14. Proporción de lignina:** Es la cantidad de lignina en un material vegetal, una sustancia que se encuentra en las paredes celulares de las plantas, dándoles rigidez y resistencia a la degradación. En la industria del papel, la lignina se elimina durante el proceso de blanqueo para obtener pulpa de alta calidad.
- 15. Tala de madera:** Es el proceso de corte y extracción de árboles con fines comerciales. Aunque es una fuente de materias primas esenciales, como madera para construcción o pulpa para papel, la tala excesiva sin control adecuado puede conducir a la deforestación y a la pérdida de biodiversidad, afectando los ecosistemas.
- 16. Toxicidad humana y ecológica:** Se refiere al impacto potencialmente dañino que una sustancia o material puede tener sobre la salud humana y el medio ambiente. Este efecto puede ser causado por la liberación de químicos peligrosos, contaminantes o desechos que afectan los organismos vivos y los ecosistemas.
- 17. Versatilidad:** Las planchas de coronta de maíz pueden ser moldeadas y cortadas fácilmente para adaptarse a diferentes formas y tamaños según las necesidades del proyecto. Esto las hace versátiles y adecuadas para una variedad de aplicaciones, desde revestimientos de paredes y techos hasta muebles y artesanías.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Hi: Las planchas obtenidas a partir de corontas de maíz tienen características óptimas para el uso en construcción y muebles.

H0: Las planchas obtenidas a partir de corontas de maíz no tienen características óptimas para el uso en construcción y muebles.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Hi₁: Las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz presentan parámetros de resistencia mecánica dentro de los valores requeridos por la normativa técnica correspondiente.

H0₁: Las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz no presentan parámetros de resistencia mecánica dentro de los valores requeridos por la normativa técnica correspondiente.

Hi₂: Las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz presentan resistencia térmica adecuada para su uso en aplicaciones de construcción.

H0₂: Las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz no presentan resistencia térmica adecuada para su uso en aplicaciones de construcción.

Hi₃: Las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz generan una huella ecológica favorable en comparación con materiales convencionales.

H0₃: Las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz no generan una huella ecológica favorable en comparación con materiales convencionales.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE: PLANCHAS DE CONSTRUCCIÓN TÉRMICA

La plancha está compuesta principalmente por corontas de maíz trituradas y procesadas. Se incluiría detalles sobre las acciones concretas a llevar a cabo para su ejecución, como: recolectar corontas de maíz, procesar y triturar, mezclar el polvo de corontas con otros

aditivos naturales y curar y secar las planchas para aumentar su resistencia.

La coronta de maíz es la estructura interna y sólida de la mazorca, que se revela al retirar los granos de maíz. Constituye el núcleo que sirve de soporte para los granos durante su desarrollo.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Planchas de construcción térmicas a base de coronta de maíz	Según la Escuela de Postgrado Industrial (2022), define a la plancha como “paneles elaborados mediante la unión de diversas piezas de madera sólida de diferentes dimensiones, como tablas, cuadradillos o listones, que se adhieren entre sí por los bordes y ocasionalmente por las superficies”. Se especifica que la coronta está formada por una estructura fibrosa y dura, compuesta principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina. Se describen las propiedades físicas de la coronta, como su resistencia, dureza, textura y color.	La plancha está compuesta principalmente por corontas de maíz trituradas y procesadas. Se incluyo detalles sobre las acciones concretas a llevar a cabo para su ejecución, como: recolectar corontas de maíz, procesar y triturar, mezclar el polvo de corontas con otros aditivos naturales y curar y secar las planchas para aumentar su resistencia.	Propiedades de resistencia mecánica	Resistencia a compresión	- Pruebas de Laboratorio ASTM - Guía de observación
				Resistencia a flexión	
				Resistencia a tracción	
			Propiedades de resistencia térmica	Resistencia térmica	
				Consumo energético	
			Huella ecológica	Consumo de agua	
				Residuos generados	
% Material reciclado					

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo aplicada con un nivel descriptivo y un diseño experimental.

La investigación aplicada suele implicar una estrecha colaboración entre investigadores y actores externos, como empresas, organizaciones y comunidades locales. En este proyecto, los investigadores trabajen en colaboración con agricultores locales, trabajadores de la comunidad y expertos en construcción y diseño.

Autores como Ñaupas, et al (2018), definen a la investigación aplicada proviene de los descubrimientos obtenidos en la investigación y se enfoca en abordar los problemas sociales en una comunidad, región o país. Incluye temas como salud, contaminación, educación, seguridad, narcotráfico, corrupción y otros desafíos sociopolíticos y económicos. (p.136).

3.1.1. ENFOQUE

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, pues el estudio se basa en datos numéricos resultados de los ensayos realizados y analizados siguiendo procesos estadísticos y comparativos, tanto dentro del mismo estudio, como con resultados externos.

Ñaupas, et al. (2018) indica que se recopilan datos medibles sobre el tema y relacionados a las variables. Se evalúan en escalas numéricas, se observan tendencias y se formulan hipótesis que se verifican. Integrando ambos métodos, se obtienen resultados más completos.

3.1.2. NIVEL

El estudio tiene un nivel descriptivo, ya que pretende describir que propiedades presenta la propuesta, cuáles son sus características, materiales y beneficios de las planchas de coronta de maíz, adaptándose a las condiciones climáticas del área de estudio.

3.1.3. DISEÑO

El diseño metodológico adoptado será de carácter experimental, en el cual se procederá a la elaboración de muestras que posteriormente serán sometidas a ensayos de resistencia mecánica y conductividad térmica, con el propósito de evaluar su desempeño y analizar el impacto ambiental derivado de su producción y utilización.

Según Fidias (2006), la investigación experimental implica la exposición de un objeto o grupo de individuos a condiciones específicas o tratamientos, con el fin de observar las reacciones o efectos que se generan como resultado. (p. 33)

Fase1: Se establecieron los objetivos específicos de la investigación experimental, que podrían incluir evaluar la resistencia, conductividad, costos u otras propiedades de las planchas fabricadas con corontas de maíz.

Fase 2: Se seleccionaron muestras representativas de corontas de maíz y otros materiales necesarios para el experimento. Estas muestras se dividirían en grupos de estudio que representen las diferentes condiciones experimentales.

Fase 3: Se llevó a cabo el proceso de fabricación de las planchas en condiciones controladas, registrando sistemáticamente datos relevantes, como las proporciones de mezcla ideal y las características físicas/mecánicas de las planchas resultantes.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población estuvo compuesta por las Planchas de corontas de maíz divididas según sus características en dos grupos, siendo las planchas de 18 milímetros y 15 milímetros respectivamente, de las cuales se tomaron las muestras para las pruebas de laboratorio necesarias para alcanzar los objetivos del estudio.

Por otro lado, como población beneficiaria se consideró a los productores de maíz con necesidades de planchas aislantes para construcción, siendo principalmente la población rural, conformada

según la INEI por un total de 19 226 habitantes. Esta población, es contextual y aporta al análisis contextual de la propuesta, mas no es abordada directamente por el estudio.

3.2.2. MUESTRA

El tipo de muestreo es no probabilístico de acuerdo con las normativas RNE E.070 para materiales de construcción. Para la presentación de muestras para los ensayos, se fabricó un total de 9 muestras a partir de las proporciones de 18 milímetros y 15 milímetros, siendo que la norma exige un mínimo de 6 unidades. A continuación, se resume el muestreo.

Tabla 1

Diseño de las muestras

Clase de muestra	Especificaciones	Código	Cantidad
Muestra 1 – M-01	15 mm	MC-01, MF-01, MT-01	3
Muestra 2 – M-02	18 mm	MC-02, MF-02, MT-02	3
Total			6

Se exponen las 6 muestras, que fueron renombradas para cada uno de los ensayos realizados, se brinda además las especificaciones de medida, donde la variabilidad es el espesor del material.

Adicionalmente, el estudio consideró una población de productores de maíz en el distrito para el análisis situacional de la propuesta, la cual fue obtenida mediante un muestreo probabilístico para muestras finitas, empleando la siguiente ecuación:

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

$$n = ?$$

$$k = \text{Porcentaje de fiabilidad} = 1.96$$

$$p = \text{Probabilidad de ocurrencia} = 50\%$$

$$q = \text{Probabilidad de no ocurrencia} = 50\%$$

$$N = \text{Universo} = 19\ 226$$

$$e = \text{Error de muestreo} = 5\%$$

Dando la muestra resultante 1248 habitantes. Sin embargo, para la investigación se consideró el 10% de la resultante. Por lo que, se analizó a 120 pobladores habitantes del distrito de Santa María del Valle.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

El presente estudio se realizó mediante pruebas y exámenes de laboratorio con técnicas de observación que permitió recopilar datos de todos los ensayos teniendo en cuenta seguir las pautas de las normativas RNE E.070 para materiales de construcción y los métodos de prueba estándar para evaluar las propiedades de los materiales de paneles de fibra y partículas a base de madera.

Instrumento: Para el estudio se emplearon las fichas de revisión documental, mediante los cuales se analizaron los resultados de los ensayos de resistencia, conductividad y huella ambiental de las muestras. A su vez, se recopiló información de estudios similares que aportan datos para realizar el análisis comparativo con otros estudios.

Para la investigación se utilizaron las pruebas de laboratorio para validar las propiedades de las planchas de coronta de maíz, de manera que las muestras fueron evaluadas en base a los parámetros establecidos por la Normativa de los protocolos de ensayos de la ASTM, (Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales), la Norma Técnica E.010 Madera del Reglamento Nacional de Edificaciones, ASTM D1037-12 - Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials.

Por otro lado, para evaluar a la población de productores de maíz, se empleó una encuesta en el distrito de Santa María del Valle, a fin de conocer el valor de las corontas de maíz para ellos, y las necesidades que presentan respecto a los problemas geográficos que atraviesan.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Para el procesamiento de la información se procedió a realizar un análisis estadístico de los resultados de los ensayos y de la ficha de revisión documental, empleando el software Excel.

Como parte de este proceso, se empleó una base de datos estructurada que integró tanto los resultados de los ensayos experimentales como los datos recopilados de investigaciones y estudios previos relacionados. Esta permitió realizar un análisis comparativo entre y contrastar las hipótesis con parámetros de referencia empleados en el sector de la construcción y en otros materiales alternativos.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Para el análisis más profundo de los resultados, se utilizó el programa SPSS, con el cual se pudo aplicar técnicas estadísticas más avanzadas que facilitaron la verificación de hipótesis y el establecimiento de relaciones significativas entre las variables estudiadas. Asimismo, las tablas comparativas y gráficas de interpretación contribuyeron a demostrar los resultados experimentales con las hipótesis planteadas en la investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESO DE ELABORACIÓN DE MEZCLA OPTIMA

Tabla 2

Magnitudes para la elaboración de la mezcla optima

	Proporciones				Total	Compresión
	% Coronta de maíz triturado	% Huevera de cartón	% Resina	% Aditivos		Fuerza (Kg/cm ²)
Mezcla de 15 mm M-01	98	0,55	0,45	1%	100%	245
Mezcla de 18 mm M – 02	98	0,55	0,45	1%	100%	210

La tabla presenta las magnitudes utilizadas para elaborar la mezcla óptima en dos espesores diferentes (15 mm y 18 mm), manteniendo proporciones constantes de 98 % de coronta de maíz triturado, 0,55 % de huevera de cartón, 0,45 % de resina y 1 % de aditivos, sumando un total del 100 %. La variación se encuentra en la resistencia a la compresión: la mezcla de 15 mm alcanzó una fuerza de 245 kg/cm², mientras que la mezcla de 18 mm registró una resistencia menor, de 210 kg/cm².

4.2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En esta investigación se priorizó la búsqueda del mayor porcentaje de resistencia en la dosificación de paneles elaborados con fibra de coronta de maíz triturado. Para lograr un diseño óptimo y de buena calidad, se consideraron diversas propiedades del material, tales como la resistencia característica a la compresión, la resistencia a la flexión y tracción, donde la presencia de materia orgánica debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma RNE E.070 para materiales de construcción.

Se advierte que, si la optimización se enfoca únicamente en una de estas características, las demás podrían no alcanzar niveles adecuados de desempeño.

4.2.1. DEL ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Estas proporciones obtenidas en la elaboración de mezcla optima fueron utilizadas en la producción de los paneles de coronta de maíz en

sus tres presentaciones que deberán cumplir con los objetivos de la investigación.

Para evaluar el resultado del ensayo de compresión se realizaron dos (2) muestras acordes a las características de mezcla óptima y cumpliendo con las proporciones planteadas.

Tabla 3

Resultados de la medición de diseño de mezcla para elaboración de paneles

Parámetros iniciales		7 kg Coronta de maíz triturado + 0.5 kg Aditivos+ 12kg Huevera de cartón + 0.5kg resina				
		Largo (A)	Ancho (B)	Alto (C)	Área (cm ²)	L0 (mm)
MC-01	Circunferencia	297	210	15	98.52	16.00
MC-02	Circunferencia	297	210	18	98.52	16.00

Los bloques elaborados con fibra de coronta de maíz fueron sometidos a ensayos de compresión conforme al procedimiento previamente descrito y en cumplimiento de la norma técnica peruana NTP 399.604. A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las muestras evaluadas, mientras que el detalle completo de los datos se encuentra en los anexos.

a) ENSAYO ESFUERZO – DEFORMACIÓN

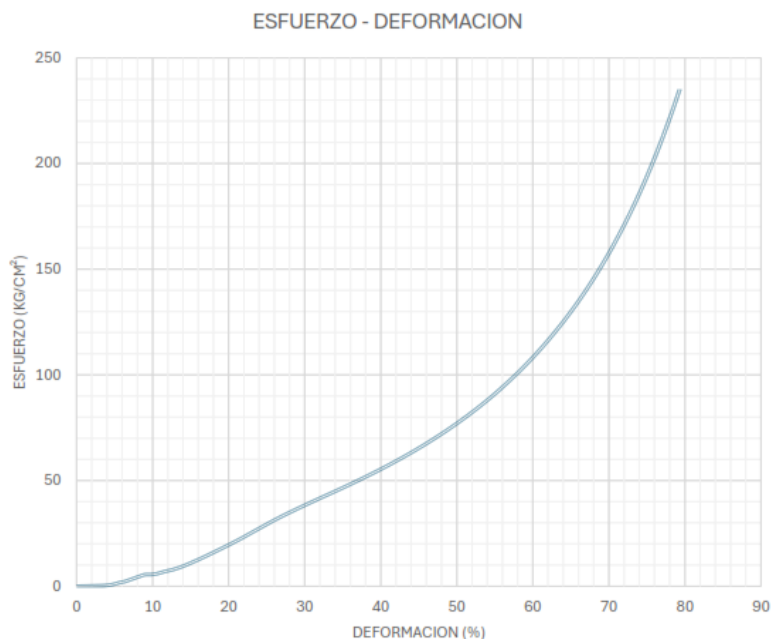
Tabla 4

Resultados del ensayo de compresión esfuerzo - deformación de paneles MC – 01

Deformación (%)	Esfuerzo (kgf/cm ²)	Esfuerzo (MPa)	Descripción
10	6.0	0.59	Fin de la zona de acomodación inicial
25	32.0	3.14	Zona elástica/plástica estable
50	80.0	7.85	Próximo a densificación
60–62	112.0	11.0	Inicio de densificación (ϵ_D)
80	240–250	23.5–24.5	Resistencia máxima antes de colapso

Figura 1

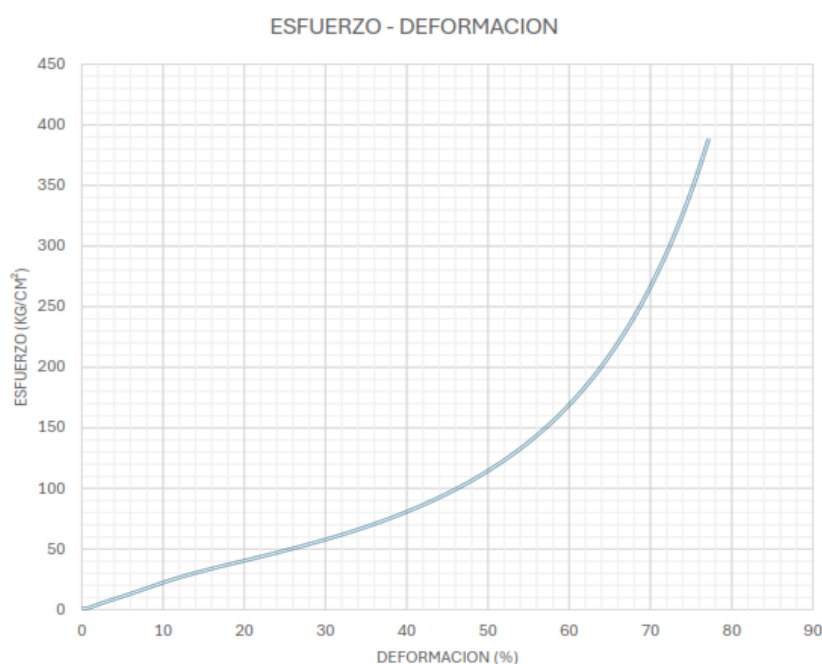
Diagrama ensayo de compresión simple esfuerzo – deformación en el panel MC-01



Interpretación: El ensayo de compresión de los paneles MC-01 evidenció un comportamiento característico de materiales celulares: una etapa inicial de acomodación con baja resistencia (0.59 MPa), seguida de una zona elástico-plástica estable con buena capacidad de absorción de energía (3.14–7.85 MPa), hasta llegar al inicio de la densificación alrededor del 60% de deformación (11 MPa). Finalmente, el material alcanzó su máxima resistencia entre 23.5 y 24.5 MPa al 80% de deformación, demostrando alta capacidad de carga y eficiente disipación de esfuerzos antes del colapso.

Tabla 5*Resultados del ensayo de compresión esfuerzo - deformación de paneles MC – 02*

Deformación (%)	Esfuerzo (kgf/cm ²)	Esfuerzo (MPa)	Descripción
10	0-25	2.45	Fin de la zona de acomodación inicial
40	25-80	7.85	Zona elástica/plástica estable
60	80-150	14.71	Próximo a densificación
70	150-120	11.77	Inicio de densificación (ϵ_D)
80	250-390	24.5 – 38.2	Resistencia máxima antes de colapso

Figura 2*Diagrama ensayo de compresión simple esfuerzo – deformación en el panel MC-02*

Interpretación: El ensayo de compresión de los paneles MC–02 mostró un comportamiento progresivo típico de materiales celulares, iniciando con una etapa de acomodación a baja resistencia (2.45 MPa), seguida de una amplia zona elástico–plástica estable (7.85 MPa), que evidenció buena absorción de energía. Posteriormente, al 60% de deformación el esfuerzo aumentó significativamente hasta 14.71 MPa, marcando la proximidad a la densificación. A partir del 70% se observó el inicio de la densificación con una ligera caída de esfuerzo (11.77 MPa), para luego alcanzar su máxima resistencia entre 24.5 y 38.2 MPa al 80% de deformación, lo que confirma una alta capacidad de carga y notable eficiencia en la disipación de esfuerzos antes del colapso.

b) ENSAYO CARGA – DESPLAZAMIENTO

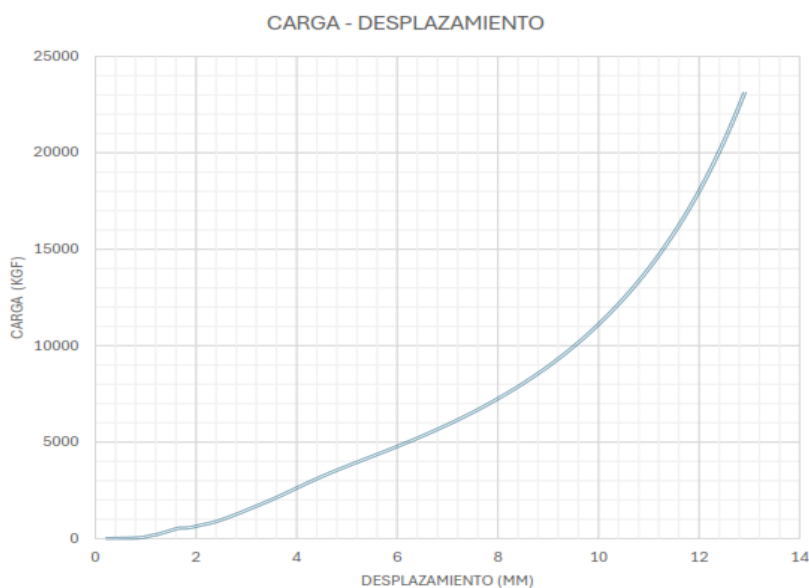
Tabla 6

Resultados del ensayo de compresión carga – desplazamiento de paneles MC – 01

Rango de desplazamiento (mm)	Carga (kgf)	Comportamiento estructural	Descripción
0 – 2	0 – 1,000	Inicial casi plana	Acomodación de fibras.
2 – 6	1,000 – 6,000	Incremento lineal	Zona elástica/plástica estable.
6 – 9	6,000 – 10,000	Curva aún suave	Transición hacia compactación.
9 – 11	10,000 – 15,000	Curvatura más pronunciada	Inicio de densificación (ϵ_D),
11 – 12.5	15,000 – 23,000	Crecimiento abrupto	Endurecimiento por compactación total
>12.5	>23,000	Fin del ensayo	Resistencia máxima, previo colapso progresivo

Figura 3

Diagrama ensayo de compresión carga – desplazamiento de paneles MC – 01



Interpretación: El ensayo de compresión carga–desplazamiento de los paneles MC–01 evidenció un comportamiento estructural progresivo, iniciando con una fase de acomodación de fibras en la etapa inicial casi plana (0–2 mm), seguida por un incremento lineal y estable en la zona elástico–plástica (2–6 mm). Entre 6 y 9 mm se presentó una transición hacia la compactación, que dio paso al inicio de la densificación (9–11 mm) con un aumento más pronunciado de la carga. Posteriormente, entre 11 y 12.5 mm, se observó un crecimiento abrupto debido al endurecimiento por compactación total, alcanzando cargas de

hasta 23,000 kgf. Finalmente, al superar los 12.5 mm, se alcanzó la resistencia máxima antes del colapso progresivo, lo que confirma que el panel MC-01 posee una elevada capacidad portante y una eficiente disipación de energía bajo esfuerzos de compresión.

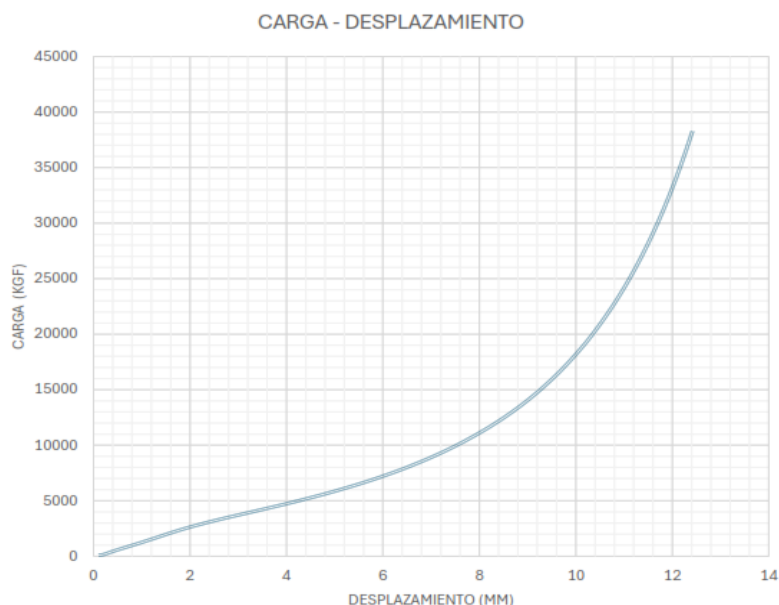
Tabla 7

Resultados del ensayo de compresión carga – desplazamiento de paneles MC – 02

Rango de desplazamiento (mm)	Carga (kgf)	Comportamiento estructural	Descripción
0 – 2	0 – 4,000	Inicial casi plana	Acomodación de fibras,
2 – 6	4,000 – 10,000	Incremento lineal	Zona elástica/plástica
6 – 10	10,000 – 20,000	Curva aún suave	Transición hacia compactación.
10 – 12	20,000 – 30,000	Curvatura más pronunciada	Inicio de densificación (ϵ_D),
12	30,000 – 38,000	Crecimiento abrupto	Endurecimiento por compactación total
>12	>38,000	Fin del ensayo	Resistencia máxima, previo colapso progresivo

Figura 4

Diagrama ensayo de compresión carga – desplazamiento de paneles MC – 02



Interpretación: El ensayo de compresión carga–desplazamiento de los paneles MC-02 mostró un desempeño estructural con mayor capacidad portante respecto al MC-01, iniciando con una etapa de acomodación de fibras (0–2 mm) y un incremento lineal estable en la zona elástico–plástica (2–6 mm). Entre 6 y 10 mm, se evidenció una

transición hacia la compactación, seguida del inicio de densificación (10–12 mm) con una curvatura más pronunciada. A los 12 mm se produjo un crecimiento abrupto por endurecimiento debido a la compactación total, alcanzando valores de hasta 38,000 kgf. Tras superar dicho rango, se alcanzó la resistencia máxima antes del colapso progresivo, lo que demuestra que el panel MC-02 posee una mayor resistencia y mejor capacidad de absorción de energía bajo compresión.

a) ENSAYO ESFUERZO – TIEMPO

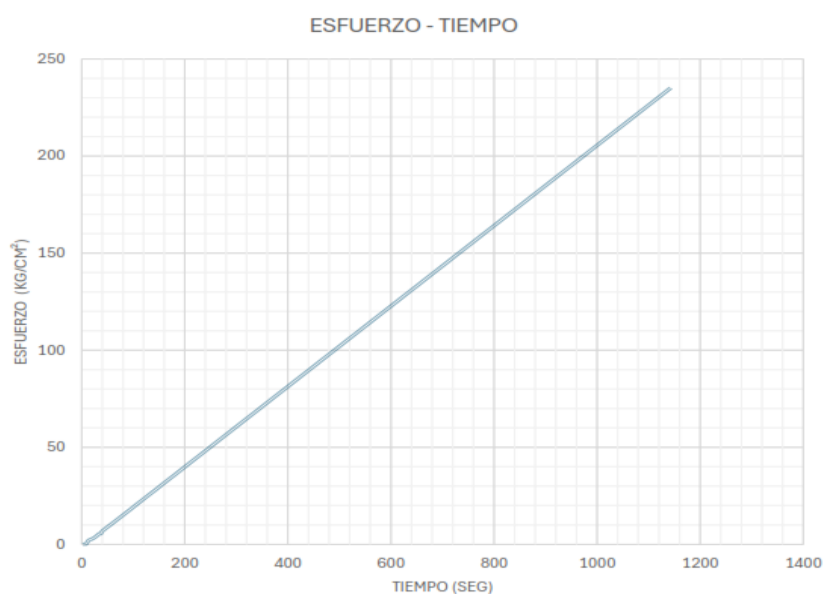
Tabla 8

Resultados del ensayo de compresión esfuerzo - tiempo de paneles MC – 01

Tiempo (seg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Comportamiento estructural	Descripción
0 – 200	0 – 40	Inicio del ensayo	Se aplica la carga de forma gradual, el esfuerzo crece sin alteraciones.
200 – 600	40 – 120	Zona de incremento estable	El material soporta la carga de manera uniforme, comportamiento elástico.
600 – 1,000	120 – 200	Zona lineal sostenida	La relación directa, sin evidencia de deformaciones críticas; el material mantiene buena resistencia.
1,000 – 1,200	200 – 240	Aproximación a carga máxima	El esfuerzo alcanza su valor más alto, indicando está cerca de su límite de compresión.

Figura 5

Diagrama ensayo de compresión esfuerzo - tiempo de paneles MC – 01



Interpretación: El ensayo de compresión esfuerzo–tiempo de los paneles MC–01 evidenció un comportamiento progresivo y estable, iniciando con una etapa de aplicación gradual de carga (0–200 s) y un incremento uniforme dentro del rango elástico (200–600 s). Posteriormente, entre 600 y 1,000 s, se mantuvo una zona lineal sostenida sin signos de fallas, lo que refleja una buena capacidad de resistencia del material. Finalmente, entre 1,000 y 1,200 s, el esfuerzo se aproximó a su valor máximo (240 kg/cm²), indicando la cercanía al límite de compresión. En conjunto, el panel MC–01 mostró un desempeño confiable bajo carga, con buena estabilidad y resistencia hasta alcanzar su máximo esfuerzo.

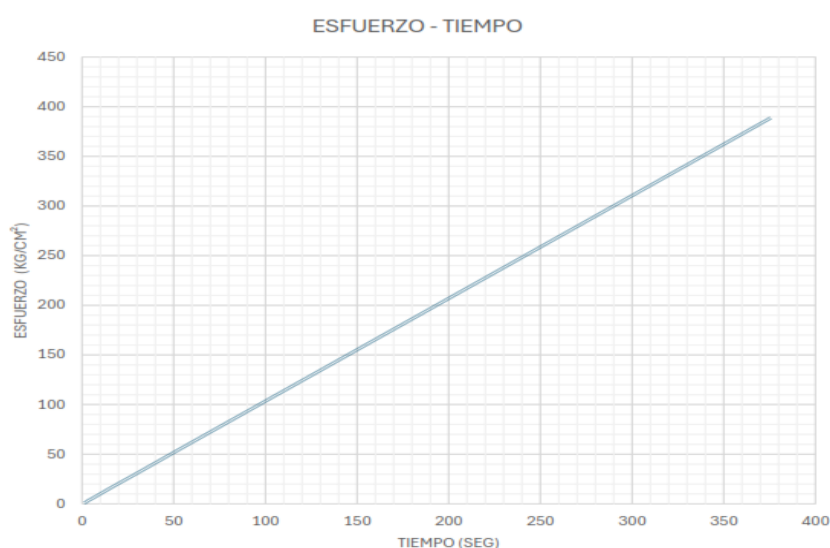
Tabla 9

Resultados del ensayo de compresión esfuerzo - tiempo de paneles MC – 02

Tiempo (seg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Comportamiento estructural	Descripción
0 – 100	0 – 100	Inicio del ensayo	Se aplica la carga de forma gradual, el esfuerzo crece sin alteraciones.
100 – 200	100 – 200	Zona de incremento estable	El material soporta la carga de manera uniforme, comportamiento elástico.
200 – 300	200 – 300	Zona lineal sostenida	La relación directa, sin evidencia de deformaciones críticas.
300 – 370	300 – 390	Aproximación a carga máxima	El esfuerzo alcanza su valor más alto, indicando está cerca de su límite de compresión.

Figura 6

Diagrama ensayo de compresión esfuerzo - tiempo de paneles MC – 02



Interpretación: El ensayo de compresión de los paneles MC-02 mostró un comportamiento estructural consistente y progresivo: inició con una aplicación gradual de la carga (0–100 s), seguida de una fase de incremento estable dentro del rango elástico (100–200 s) y una zona lineal sostenida sin evidencias de deformaciones críticas (200–300 s). Finalmente, entre 300 y 370 s, el esfuerzo alcanzó su valor máximo cercano a 390 kg/cm², señalando la proximidad al límite de compresión. En conclusión, los paneles MC-02 presentan una alta capacidad de resistencia y estabilidad bajo cargas crecientes, manteniendo un desempeño confiable hasta alcanzar su esfuerzo máximo.

Tabla 10

Resumen de los resultados del ensayo a la compresión

Resistencia a la compresión (NTP 399.604)				
Descripción	Valor	Unidad	MC – 1	MC – 2
Resistencia característica a la compresión	Rbc	Kg/cm ²	235.13	388.73
Carga máxima ejercida	Fbc	Kgf	23,165.09	38,297.47
Deformación unitaria o desplazamiento longitudinal	Lu	mm	3.31	3.65
Módulo de elasticidad	E	Kg/cm ²	1.12	2.35

Interpretación: Los resultados de la resistencia a la compresión (NTP 399.604) muestran diferencias notables entre MC-1 y MC-2. En cuanto a la resistencia característica a la compresión (Rbc), MC-1 alcanzó 235,13 kg/cm², mientras que MC-2 obtuvo un valor superior de 388,73 kg/cm², lo que evidencia un mejor desempeño mecánico de la segunda. De manera similar, en la carga máxima ejercida (Fbc), MC-1 soportó 23.165,09 kgf, mientras que MC-2 alcanzó 38.297,47 kgf, confirmando una mayor capacidad de resistencia. En el módulo de elasticidad (E), MC-2 alcanzó 2,35 kg/cm², duplicando prácticamente el valor de MC-1 (1,12 kg/cm²), lo que significa que presenta una mayor rigidez y menor deformabilidad. En conclusión, la plancha MC-2 es la que presenta mejores propiedades de resistencia y rigidez en comparación con MC-1, siendo más adecuada para aplicaciones que requieren mayor capacidad estructural.

4.2.2. DEL ENSAYO A LA FLEXIÓN

Los paneles, elaborados con material compuesto a base de fibra de coronta de maíz, presentaron un tamaño promedio de 140*16 mm. A partir de estas muestras, se obtuvieron los siguientes resultados, los cuales permiten analizar el comportamiento estructural del material frente a esfuerzos de flexión.

Tabla 11

Resultados de la medición de diseño de mezcla para elaboración de paneles

Parámetros iniciales		7 kg Coronta de maíz triturado + 0.5 kg Aditivos+ 12kg Huevera de cartón + 0.5kg resina				
		Largo (A)	Ancho (B)	Alto (C)	Área (cm ²)	L0 (mm)
MF-01	Plano	297	210	15 mm	22.40	150.00
MF-02	Plano	297	210	18 mm	22.40	150.00

Los bloques elaborados con fibra de coronta de maíz fueron sometidos a ensayos de flexión utilizando el procedimiento establecido en la norma ASTM C – 78, correspondiente al ensayo de flexión en vigas simples con carga en el centro.

a) ENSAYO ESFUERZO – DEFORMACIÓN

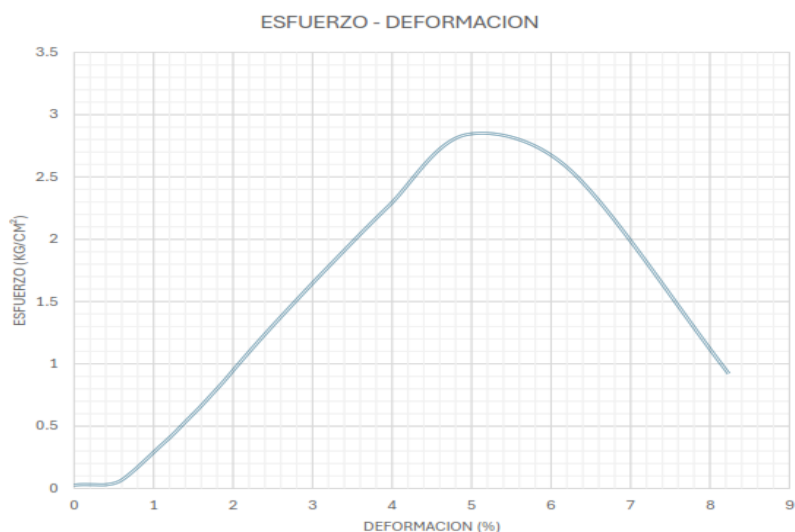
Tabla 12

Resultados del ensayo de flexión esfuerzo - deformación de paneles MF – 01

Deformación (%)	Esfuerzo (kgf/cm ²)	Esfuerzo (MPa)	Descripción
0 – 1	0 – 0.2	0 – 0.02	Zona de acomodación inicial
1 – 4	0.5 – 2.0	0.05 – 0.20	Zona elástica, el esfuerzo aumenta casi linealmente con la deformación
4 – 5.2	2.0 – 2.8	0.20 – 0.27	Zona de máxima resistencia (comportamiento casi plástico)
≈ 5.2	≈ 2.9	≈ 0.28	Esfuerzo máximo alcanzado antes del inicio de falla
5.2 – 8	2.9 → 1.0	0.28 → 0.10	Zona de ablandamiento. Colapso progresivo

Figura 7

Diagrama ensayo de flexión simple esfuerzo – deformación en el panel MF-01



Interpretación: El ensayo de flexión de los paneles MF-01 evidenció un comportamiento mecánico definido en cinco etapas: primero, una zona de acomodación inicial sin alteraciones significativas (0–1%); luego, un rango elástico donde el esfuerzo creció casi linealmente con la deformación (1–4%); posteriormente, una etapa de máxima resistencia con tendencia plástica (4–5.2%), alcanzando un esfuerzo máximo cercano a 0.28 MPa en 5.2% de deformación. Tras este punto crítico, se presentó una zona de ablandamiento y colapso progresivo (5.2–8%). En conclusión, los paneles MF-01 poseen un buen desempeño en flexión hasta alcanzar su límite resistente, mostrando ductilidad moderada antes de la falla.

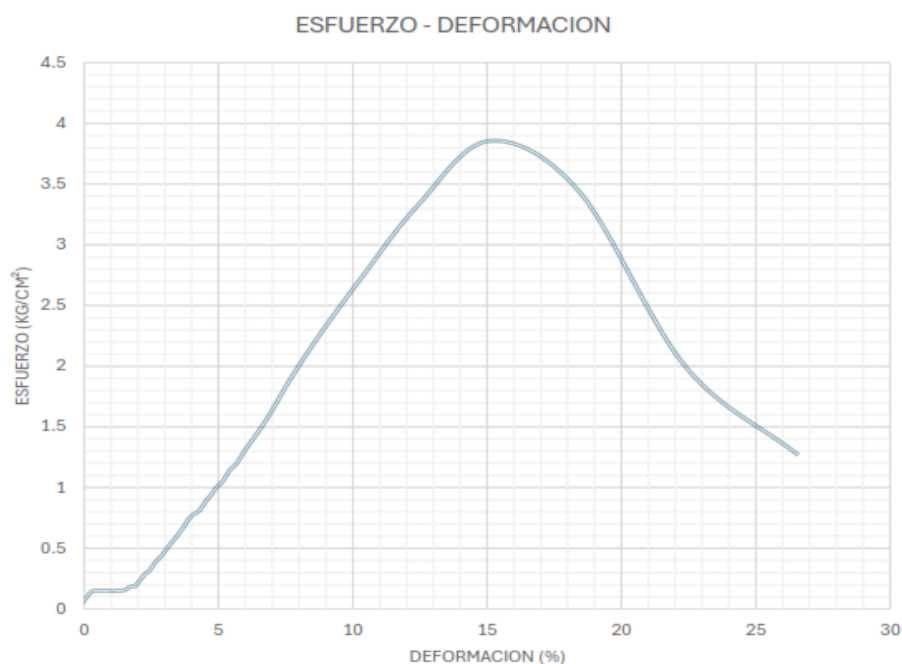
Tabla 13

Resultados del ensayo de flexión esfuerzo - deformación de paneles MF – 02

Deformación (%)	Esfuerzo (kgf/cm ²)	Esfuerzo (MPa)	Descripción
0 – 3	0 – 0.5	0 – 0.05	Zona de acomodación inicial
3 – 12	0.5 – 3.0	0.05 – 0.29	Zona elástica, el esfuerzo aumenta casi linealmente con la deformación
12 – 15	3.0 – 4.2	0.29 – 0.41	Zona de máxima resistencia (comportamiento casi plástico)
≈ 15	≈ 4.2	≈ 0.41	Esfuerzo máximo alcanzado antes del inicio de falla
15 – 26	4.2 → 1.3	0.41 → 0.13	Zona de ablandamiento. Colapso progresivo

Figura 8

Diagrama ensayo de flexión simple esfuerzo – deformación en el panel MF-02



Interpretación: El ensayo de flexión de los paneles MF-02 mostró un proceso de deformación progresiva con una zona inicial de acomodación hasta el 3% de deformación, seguida de un amplio rango elástico entre 3–12%, donde el esfuerzo aumentó casi linealmente hasta 0.29 MPa. Posteriormente, entre 12–15% se alcanzó la etapa de máxima resistencia con comportamiento casi plástico, logrando un esfuerzo máximo de 0.41 MPa en torno al 15% de deformación. Superado este punto, los paneles ingresaron en una fase de ablandamiento y colapso progresivo hasta el 26% de deformación. En conclusión, los paneles MF-02 exhiben una mayor capacidad de deformación y resistencia que los MF-01, mostrando un mejor desempeño estructural y mayor ductilidad antes de la falla.

b) ENSAYO CARGA – DESPLAZAMIENTO

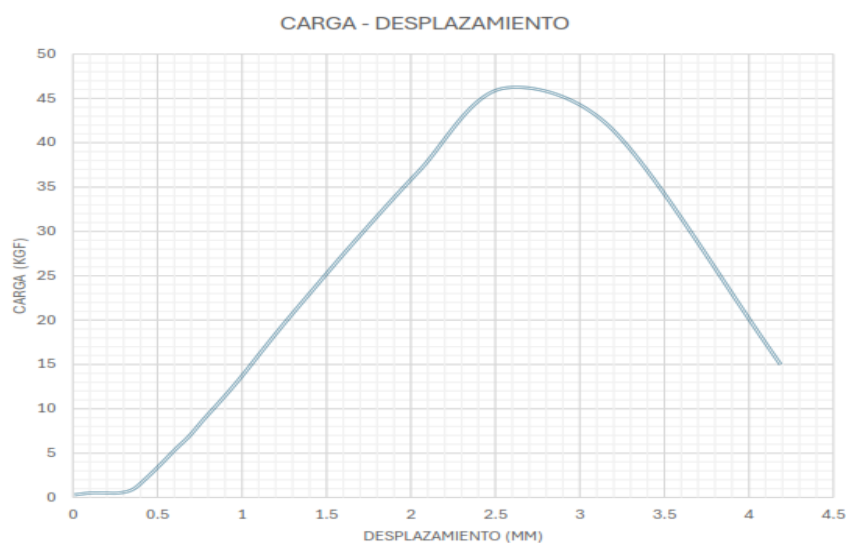
Tabla 14

Resultados del ensayo de flexión carga – desplazamiento de paneles MF – 01

Zona / punto (mm)	Carga (kgf)	Desplazamiento (mm)	Descripción
Inicio (0 – 0.5)	0 – 5	0 – 0.5	Zona de asentamiento y alineación inicial, sin gran esfuerzo estructural.
Zona elástica (0.5 – 2.0)	5 – 35	0.5 – 2.0	Relación aproximadamente lineal entre carga y desplazamiento. Material responde elásticamente.
Carga Máxima (~2.5 – 2.7)	45 – 47	2.5 – 2.7	Punto de carga máxima. Inicio de agrietamiento interno.
Descenso (2.7 – 3.5)	47 → 25	2.7 – 3.5	Pérdida de rigidez estructural. Propagación de fisuras y daño progresivo.
Fase final (>3.5)	25 → 15	3.5 – 4.2	Comportamiento residual. El material conserva cierta capacidad de carga, pero con daño avanzado.

Figura 9

Diagrama ensayo de flexión carga – desplazamiento de paneles MF – 01



Interpretación: El ensayo de flexión carga–desplazamiento del panel MF–01 evidencia un comportamiento estructural típico de materiales compuestos: tras una breve fase de asentamiento, el material muestra un tramo elástico lineal hasta alcanzar su resistencia máxima (~47 kgf a 2.7 mm), donde se inicia el agrietamiento interno. Posteriormente, la curva refleja una pérdida de rigidez con propagación de fisuras y caída de la carga soportada, hasta llegar a una fase residual en la que, pese al daño acumulado, el material aún conserva una

capacidad limitada de soporte. En conclusión, el panel presenta buena respuesta elástica inicial y una resistencia moderada a la flexión, aunque con un colapso progresivo una vez superada la carga máxima.

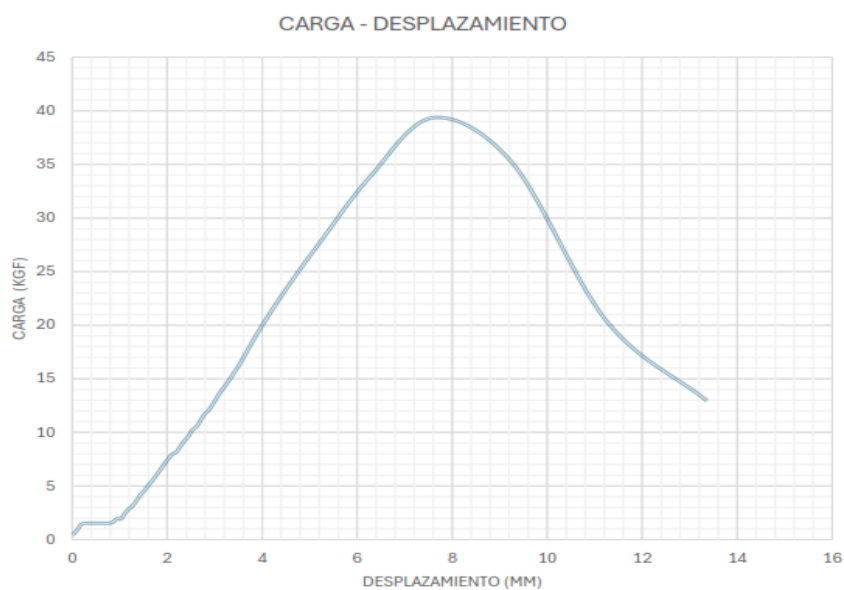
Tabla 15

Resultados del ensayo de flexión carga – desplazamiento de paneles MF – 02

Zona / punto (mm)	Carga (kgf)	Desplazamiento (mm)	Descripción
Inicio (0 – 0.5)	0 – 5	0 – 1	Ajuste inicial de la probeta. Pequeña deformación sin gran esfuerzo estructural.
Zona elástica (0.5 – 2.0)	5 – 30	1 – 6	Relación casi lineal. El material responde de manera elástica (recuperable).
Carga Máxima (~2.5 – 2.7)	~39 – 40	~7.5 – 8	Máxima resistencia a la flexión. Aquí el material alcanza su capacidad máxima antes de dañarse.
Descenso (2.7 – 3.5)	40 → 20	8 – 11	Pérdida de rigidez. Inicio de fisuras y propagación de daño interno.
Fase final (>3.5)	20 → 13	11 – 13.5	El material conserva cierta capacidad de carga, pero con daño avanzado.

Figura 10

Diagrama ensayo de flexión carga – desplazamiento de paneles MF – 02



Interpretación: El ensayo de flexión del panel MF-02 muestra un comportamiento típico de materiales frágiles con cierta ductilidad: tras un ajuste inicial sin esfuerzos significativos, el material responde de manera elástica en un rango casi lineal hasta alcanzar su carga máxima de ~40 kgf con un desplazamiento de 7.5 – 8mm, evidenciando su resistencia límite a la flexión. Posteriormente, se observa una pérdida progresiva de rigidez acompañada de fisuración interna, reduciéndose la carga

soportada a medida que aumenta el desplazamiento. En la fase residual, el panel mantiene una capacidad portante limitada (13 kgf) pese al daño avanzado, lo que refleja que, aunque presenta cierta tenacidad después de la falla, su comportamiento estructural se ve comprometido al superar la carga máxima.

b) ENSAYO ESFUERZO – TIEMPO

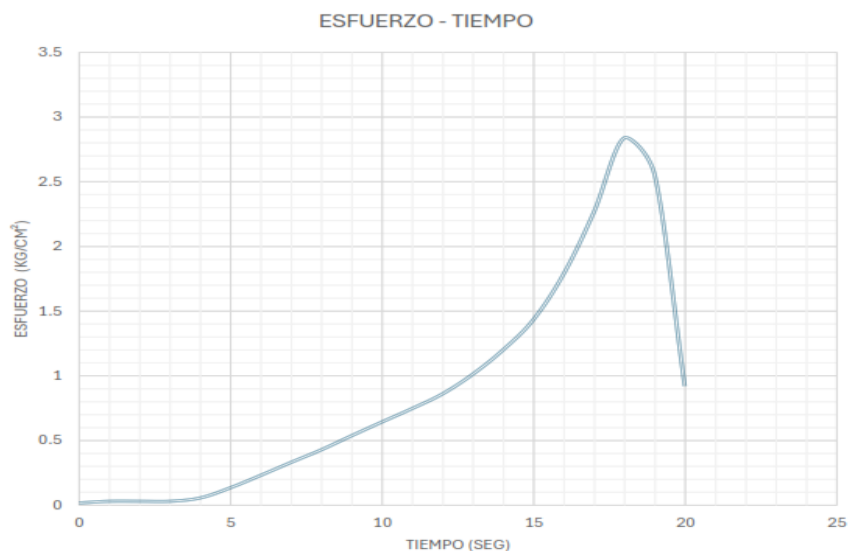
Tabla 16

Resultados del ensayo de flexión esfuerzo - tiempo de paneles MF – 01

Zona / punto (mm)	Tiempo (seg)	Esfuerzo (kgf/cm ²)	Descripción
Inicio	0 – 5	0 – 0.2	Etapa inicial de carga, ajuste del sistema y asentamiento de la probeta.
Zona elástica	5 – 15	0.2 – 1.5	Aumento progresivo y casi lineal del esfuerzo con el tiempo. Comportamiento elástico recuperable.
Zona de endurecimiento	15 – 18	1.5 – 2.8	El esfuerzo crece más rápido. El material alcanza su máxima resistencia antes de fallar.
Carga máxima	~18 – 19	~2.9	Máxima resistencia a flexión. Punto crítico del material.
Descenso	19 – 21	2.9 → 1	Pérdida de capacidad resistente, inicio de fisuras y daño estructural.
Fase final	>21	<1	El material no resiste más carga significativa, falla global.

Figura 11

Diagrama ensayo de flexión esfuerzo - tiempo de paneles MF – 01



Interpretación: El ensayo de flexión esfuerzo-tiempo de los paneles MF-01 muestra un comportamiento típico de materiales frágiles: tras una etapa inicial de asentamiento y un comportamiento elástico lineal, el material ingresa en una fase de endurecimiento donde

incrementa su resistencia hasta alcanzar un esfuerzo máximo de aproximadamente 2.9 kgf/cm² en 18–19 segundos. Posteriormente, se evidencia una pérdida progresiva de capacidad resistente, con aparición de fisuras y daño estructural, hasta llegar a la falla global. En conclusión, el material posee una buena resistencia inicial y una capacidad clara de soportar esfuerzos crecientes, pero una vez alcanzado su límite crítico presenta una rápida degradación, lo que refleja una baja ductilidad y limitada reserva de seguridad frente a cargas prolongadas.

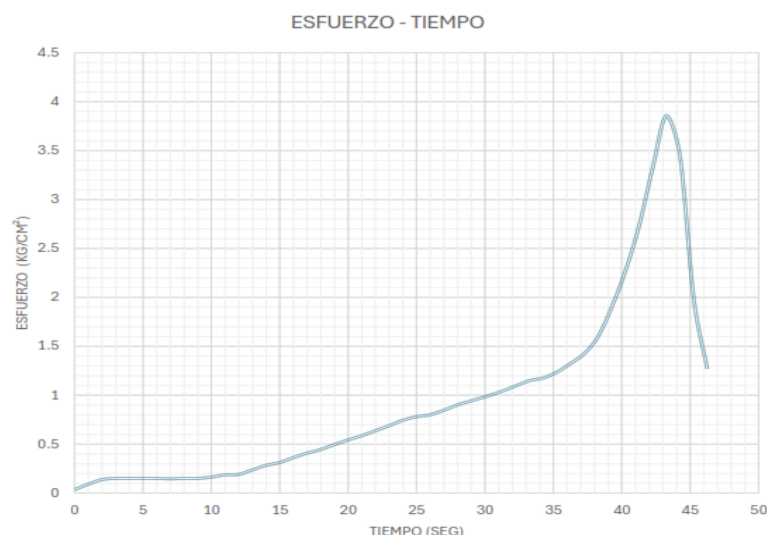
Tabla 17

Resultados del ensayo de flexión esfuerzo - tiempo de paneles MF – 02

Zona / punto (mm)	Tiempo (seg)	Esfuerzo (kgf/cm ²)	Descripción
Inicio	0 – 5	0 – 0.1	Ajuste inicial del sistema sin incremento significativo de carga.
Zona elástica	5 – 30	0.1 – 1.2	Incremento progresivo y casi lineal del esfuerzo en función del tiempo.
Zona de endurecimiento	30 – 40	1.2 – 3.0	Aumento acelerado del esfuerzo. Se aproxima a su máxima resistencia.
Carga máxima	40 – 43	≈ 3.8 – 3.9	Punto crítico de máxima resistencia a flexión alcanzada por la probeta.
Descenso	43 – 47	3.9 → 1.2	Pérdida rápida de capacidad resistente, inicio de fisuras y colapso estructural.
Fase final	>47	<1.2	El material ya no resiste carga significativa, falla global.

Figura 12

Diagrama ensayo de flexión esfuerzo - tiempo de paneles MF – 02



Interpretación: El ensayo de flexión esfuerzo-tiempo de los paneles MF-02 evidencia un comportamiento resistente más prolongado y con mayor capacidad que los MF-01. Tras un ajuste inicial sin cargas

relevantes, el material muestra una amplia zona elástica (5–30 s) con incremento estable del esfuerzo, seguida de una fase de endurecimiento donde alcanza rápidamente su máxima resistencia de aproximadamente 3.9 kgf/cm² entre los 40–43 segundos, valor superior al obtenido en MF-01. Se experimenta un descenso abrupto de su resistencia, acompañado de la aparición de fisuras y el colapso estructural. El panel MF-02 presentan una mayor resistencia y mejor desempeño estructural, aunque, al igual que los MF-01, mantienen un carácter frágil con pérdida súbita de capacidad una vez alcanzado el esfuerzo máximo.

Tabla 18

Resumen de los resultados del ensayo a la flexión

Resistencia a la flexión (NTP 399.613)				
Descripción	Valor	Unidad	MC – 1	MC – 2
Resistencia característica a la flexión	Rbc	Kg/cm ²	163.00	163.00
Carga máxima aplicada	Fbc	Kgf	45.89	45.89
Flecha máxima	Y	mm	4.12	4.12
Módulo de elasticidad	E	Kg/cm ²	0.00	0.00

Interpretación: Los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión, realizado según la norma ASTM C – 78, muestran que el panel elaborado con fibra de coronta de maíz presentó una resistencia a la flexión de 163.00 Kg/cm². Este valor refleja una capacidad notable frente a esfuerzos de flexión, considerando que se trata de un material alternativo con componentes naturales. La carga máxima soportada antes de la falla fue de 45.89 Kgf, con una deformación (flecha máxima) de 4.12 mm, lo cual indica cierto nivel de flexibilidad antes del colapso.

4.2.3. DEL ENSAYO A LA TRACCIÓN

Los paneles, elaborados con material compuesto a base de fibra de coronta de maíz, presentaron un espesor promedio de 3.50 cm. A partir de estas muestras, se obtuvieron los siguientes resultados, los cuales permiten analizar el comportamiento estructural del material frente a esfuerzos de flexión.

Tabla 19

Resultados de la medición de diseño de mezcla para elaboración de paneles

Parámetros iniciales		7 kg Coronta de maíz triturado + 0.5 kg Aditivos+ 12kg Huevera de cartón + 0.5kg resina				
		Largo (A)	Ancho (B)	Alto (C)	Área (cm ²)	L0 (mm)
MT-01	Plano	297	210	15 mm	16.00	100.00
MT-02	Plano	297	210	18 mm	16.00	100.00

Los bloques elaborados con fibra de coronta de maíz fueron sometidos a ensayos de flexión utilizando el procedimiento establecido en la norma ASTM C – 78, correspondiente al ensayo de flexión en vigas simples con carga en el centro.

a) ENSAYO ESFUERZO – DEFORMACIÓN

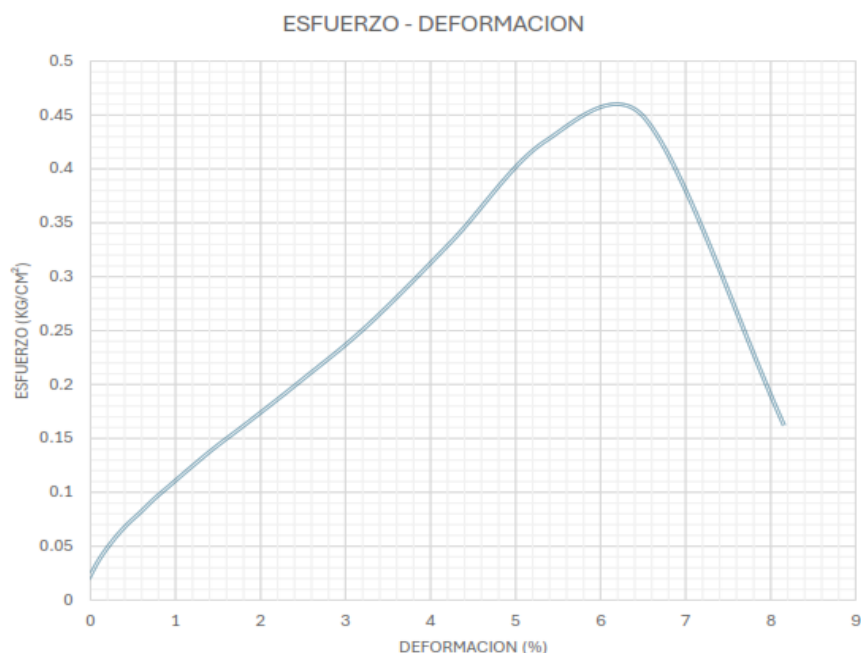
Tabla 20

Resultados del ensayo de tracción esfuerzo - deformación de paneles MT – 01

Deformación (%)	Esfuerzo (kgf/cm ²)	Esfuerzo (MPa)	Descripción
0 – 3	0.0 – 0.25	0.00 – 0.0245	El esfuerzo crece de manera casi lineal con deformación; comportamiento reversible.
3 – 6	0.25 – 0.45	0.0245 – 0.044	El material sigue soportando carga, comienza a deformarse permanente
~6	~0.46 – 0.47	~0.045 – 0.046	Punto más alto de la curva; máxima resistencia antes de la inestabilidad.
6 – 8	0.45 → 0.46	0.044 → 0.045	Disminución del esfuerzo con mayor deformación.

Figura 13

Diagrama ensayo de tracción esfuerzo – deformación en el panel MT-01



Interpretación: El ensayo de tracción de los paneles MT-01 evidencia un comportamiento inicialmente elástico y reversible hasta un 3% de deformación, seguido de una etapa de deformación plástica entre el 3% y 6%, donde el material incrementa su resistencia hasta alcanzar su máximo esfuerzo (~0.046 MPa). Superado este punto, entre el 6% y 8% de deformación, se observa una pérdida progresiva de resistencia, lo que indica el inicio de la inestabilidad estructural y el colapso, concluyendo que el material posee una limitada capacidad de deformación plástica y falla poco después de alcanzar su máxima resistencia.

Tabla 21

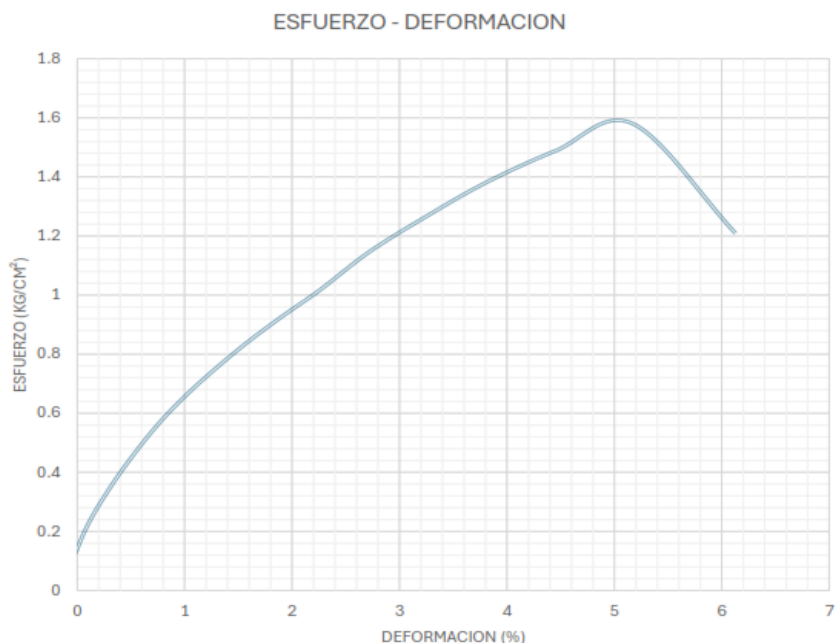
Resultados del ensayo de tracción esfuerzo - deformación de paneles MT – 02

Deformación (%)	Esfuerzo (kgf/cm²)	Esfuerzo (MPa)	Descripción
0 – 0.5	0 – 0.2	0 – 0.0196	Etapa inicial de carga, asentamiento y alineación.
0.5 – 3.5	0.2 – 1.3	0.0196 – 0.127	Comportamiento elástico recuperable.
3.5 – 5.0	1.3 – 1.6	0.127 – 0.157	El material está en su máxima capacidad de resistencia.
~5.0	~1.6	0.157	Punto crítico: máxima resistencia del material antes de la falla.

5.0 – 6.0	1.6 → 1.2	0.157 → 0.118	Disminución del esfuerzo debido a la pérdida de capacidad resistente.
>6.0	<1.2	< 0.118	El material no soporta más carga significativa

Figura 14

Diagrama ensayo de tracción esfuerzo – deformación en el panel MT-02



Interpretación: El ensayo de tracción de los paneles MT-02 muestra un comportamiento inicial de asentamiento hasta 0.5% de deformación, seguido de una fase elástica estable y recuperable entre 0.5% y 3.5%, donde el material responde de manera lineal al esfuerzo aplicado. Posteriormente, entre 3.5% y 5%, alcanza su máxima capacidad resistente (~0.157 MPa), presentando un punto crítico de falla en torno al 5% de deformación. A partir de allí, se observa una caída progresiva del esfuerzo hasta perder casi por completo su capacidad portante (>6%), lo que evidencia que el material presenta un buen rango elástico pero limitada ductilidad, con una falla abrupta tras alcanzar su resistencia máxima.

b) ENSAYO CARGA – DESPLAZAMIENTO

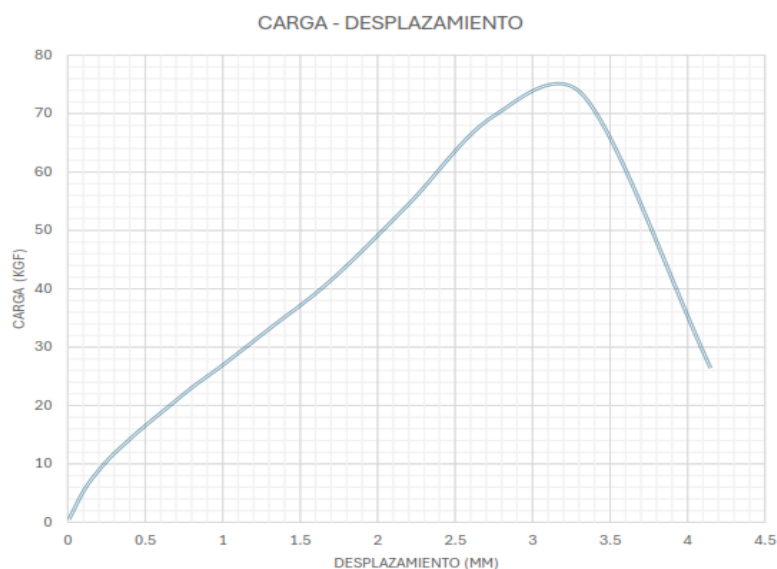
Tabla 22

Resultados del ensayo de tracción carga – desplazamiento de paneles MT – 01

Zona / punto (mm)	Carga (kgf)	Desplazamiento (mm)	Descripción
Inicio (0 – 0.5)	0 – 5	0 – 0.5	Zona de asentamiento y alineación inicial, sin gran esfuerzo estructural.
Zona elástica (0.5 – 2.5)	5 – 65	0.5 – 2.5	El material responde de manera lineal: a mayor carga, mayor desplazamiento.
Zona de transición (2.5 – 3.2)	65 – 75	2.5 – 3.2	La pendiente disminuye, indicando que el material entra en deformación plástica.
Carga máxima (≈3.2)	≈75	≈3.2	Resistencia máxima del material. Marca el límite antes del inicio del fallo estructural.
Zona de caída (3.2 – 4.1)	75 – 27	3.2 – 4.1	Descenso brusco de la carga resistida.

Figura 15

Diagrama ensayo de tracción carga – desplazamiento de paneles MT – 01



Interpretación: El ensayo de tracción carga–desplazamiento de los paneles MT–01 evidencia un comportamiento típico de materiales frágiles a dúctiles limitados: tras una etapa inicial de asentamiento (0–0.5 mm), el material presenta un tramo elástico lineal bien definido hasta los 2.5 mm, donde la carga aumenta proporcionalmente con el

desplazamiento. Entre 2.5 y 3.2 mm, se observa una zona de transición hacia la deformación plástica, alcanzando en 3.2 mm su resistencia máxima de aproximadamente 75 kgf. Superado este punto crítico, el material experimenta una pérdida abrupta de capacidad portante hasta los 4.1 mm, lo que refleja que, si bien posee una buena rigidez inicial, su ductilidad y capacidad de redistribución de cargas después del máximo esfuerzo son limitadas, concluyendo en un fallo rápido tras alcanzar su carga última.

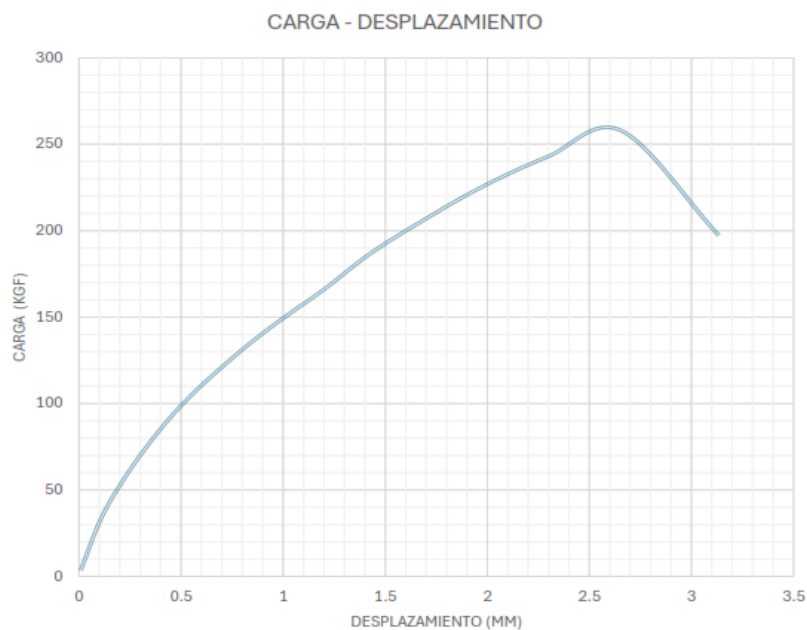
Tabla 23

Resultados del ensayo de tracción carga – desplazamiento de paneles MT – 02

Zona / punto (mm)	Carga (kgf)	Desplazamiento (mm)	Descripción
Inicio	0 – 20	0 – 0.2	Ajuste inicial, alineación, incremento leve de carga.
Zona elástica	20 – 230	0.2 – 2.0	Incremento progresivo, carga respecto al desplazamiento.
Zona de endurecimiento	230 – 260	2.0 – 2.6	La carga continúa aumentando al valor máximo.
Carga máxima	~260	~2.6	Máxima resistencia a tracción.
Descenso	260 → 200	2.6 – 3.2	Pérdida de capacidad resistente, inicio de fisuración y daño acumulado.
Fase final	<200	>3.2	El material ya no resiste carga significativa.

Figura 16

Diagrama ensayo de tracción carga – desplazamiento de paneles MT – 02



Interpretación: El ensayo de tracción de los paneles MT-02 muestra un desempeño con buena capacidad resistente y un comportamiento más dúctil que frágil: tras la etapa inicial de ajuste, el material desarrolla una zona elástica bien definida entre 0.2 y 2.0 mm, alcanzando cargas de hasta 230 kgf de manera casi lineal. Posteriormente, presenta un ligero endurecimiento hasta su carga máxima de 260 kgf en 2.6 mm, lo que refleja un aprovechamiento eficiente de su resistencia. Superado este punto, se observa una pérdida progresiva de capacidad portante, asociada a la aparición de fisuras y daño interno, que se acentúa después de los 3.2 mm donde la resistencia cae por debajo de 200 kgf. En conclusión, el material evidencia un buen desempeño estructural con adecuada rigidez inicial y una resistencia considerable, pero limitada capacidad de absorción de energía tras alcanzar su esfuerzo máximo, lo que determina su modo de falla.

c) ENSAYO ESFUERZO – TIEMPO

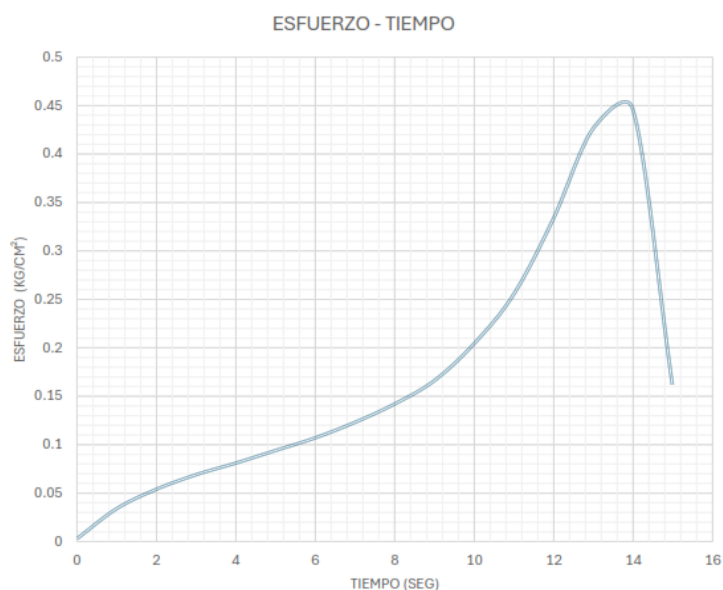
Tabla 24

Resultados del ensayo de tracción esfuerzo - tiempo de paneles MT – 01

Zona / punto (mm)	Tiempo (seg)	Esfuerzo (kgf/cm ²)	Descripción
Inicio (0 – 2)	0 – 2	0 – 0.05	Etapla inicial de aplicación de carga; el material comienza a alinearse y a responder al esfuerzo aplicado.
Zona de crecimiento lineal (2 – 10)	2 – 10	0.05 – 0.18	El esfuerzo aumenta de forma progresiva con el tiempo, evidenciando comportamiento elástico.
Zona de aceleración (10 – 13)	10 – 13	0.18 – 0.40	El material experimenta un rápido incremento del esfuerzo; corresponde al inicio de la deformación plástica.
Punto máximo (≈14)	≈14	≈0.45	Resistencia máxima alcanzada por el material antes del inicio del fallo.
Zona de caída (14 – 15)	14 – 15	0.45 – 0.15	El esfuerzo disminuye bruscamente, indicando la pérdida de capacidad resistente y la inminente fractura del material.

Figura 17

Diagrama ensayo de tracción esfuerzo - tiempo de paneles MT – 01



Interpretación: El ensayo de tracción esfuerzo-tiempo de los paneles MT-01 muestra que el material pasa por una fase inicial de alineación y respuesta al esfuerzo, seguida de un comportamiento elástico estable y un posterior incremento acelerado del esfuerzo que marca el inicio de la deformación plástica. Alrededor del segundo 14 alcanza su resistencia máxima ($\sim 0.45 \text{ kgf/cm}^2$), tras lo cual se produce una brusca disminución del esfuerzo, indicando la pérdida de capacidad resistente y la inminente fractura. En conclusión, el material presenta un comportamiento típico de ductilidad limitada, con un rango elástico claro y una resistencia máxima definida, pero con una rápida pérdida de capacidad estructural al llegar al punto crítico.

Tabla 25

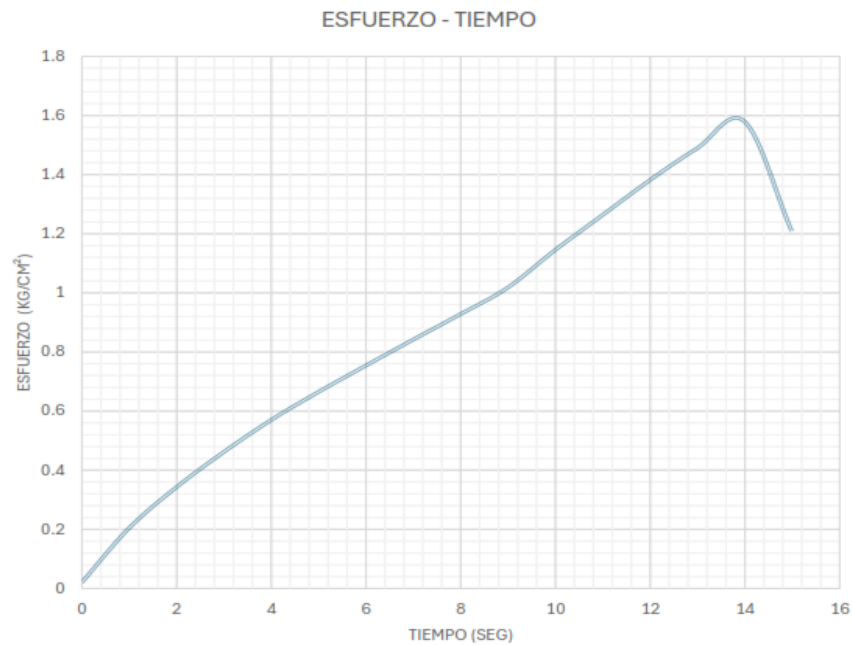
Resultados del ensayo de tracción esfuerzo - tiempo de paneles MT – 02

Zona / punto (mm)	Tiempo (seg)	Esfuerzo (kgf/cm ²)	Descripción
Inicio (0 – 2)	0 – 2	0 – 0.3	Etapa inicial de aplicación de carga; el espécimen se acomoda y comienza a responder al esfuerzo.
Zona de crecimiento lineal (2 – 10)	2 – 9	0.3 – 1.0	El esfuerzo aumenta de manera casi proporcional al tiempo, predominando el comportamiento elástico del material.
Zona de aceleración (10 – 13)	9 – 13	1.0 – 1.5	El incremento del esfuerzo se acelera; el material entra en fase plástica, aproximándose a su límite resistente.

Punto máximo (≈14)	≈14	≈1.6	Resistencia máxima alcanzada: esfuerzo último antes de la falla.
Zona de caída (14 – 15)	14 – 15	1.6 – 1.2	Descenso brusco del esfuerzo, señal de pérdida de capacidad resistente y fractura inminente.

Figura 18

Diagrama ensayo de tracción esfuerzo - tiempo de paneles MT – 02



Interpretación: El ensayo de tracción del panel MT–02 muestra un comportamiento típico de materiales dúctiles: tras una etapa inicial de adaptación, el esfuerzo crece de manera casi lineal en la zona elástica hasta 1.0 kgf/cm², seguido por una fase de aceleración en la que inicia la deformación plástica, alcanzando un esfuerzo máximo de 1.6 kgf/cm² a los 14 segundos. Posteriormente, se observa una caída abrupta del esfuerzo hasta 1.2 kgf/cm², lo que indica la pérdida de capacidad resistente y la inminente fractura. En conclusión, el material presentó buena resistencia y ductilidad, soportando deformaciones significativas antes de fallar.

Tabla 26*Resumen de los resultados del ensayo a la tracción*

Resistencia a la tracción (NTP 339.084)				
Descripción	Valor	Unidad	MC – 1	MC – 2
Resistencia característica a la tracción	Rbc	Kg/cm ²	0.45	1.58
Carga máxima soportada	Fbc	Kgf	73.01	257.88
Deformación longitudinal	Lu	mm	104.08	103.06
Módulo de elasticidad	E	Kg/cm ²	0.00	0.00

Interpretación: Los resultados del ensayo de resistencia a la tracción según la norma NTP 339.084 muestran que los paneles elaborados con fibra de coronta de maíz presentan una resistencia característica baja, con valores de 0.45 Kg/cm² (MC-1) y 1.58 Kg/cm² (MC-2). La carga máxima soportada fue de 73.01 Kgf y 257.88 Kgf, respectivamente, lo que evidencia una gran variabilidad entre muestras, posiblemente por diferencias en la compactación o distribución de la fibra. Ambos paneles mostraron deformaciones longitudinales elevadas (alrededor de 104 mm), lo que sugiere que el material es flexible, pero tiene baja rigidez estructural. El módulo de elasticidad (E) fue nulo en ambos casos, indicando que no se detectó un comportamiento elástico definido.

Estos datos sugieren que el material no es apto para aplicaciones que requieran alta resistencia a la tracción, pero podría tener potencial en usos no estructurales o como aislante.

4.3. RESULTADOS DE ENSAYOS CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

En el presente estudio se investigaron materiales orgánicos, en donde se seleccionaron las corontas de maíz, debido a que son productos accesibles al ser mayormente producidos en la ciudad de Huánuco, distrito de Santa María del Valle, con el fin de desarrollar paneles que tengan propiedades aislantes térmicas para viviendas que se adapten a la zona de estudio y basándose en la normativa EM.110, la cual indica los valores máximos de la transmitancia térmica que debe tener el material.

Para ello, se realizó el ensayo de conductividad térmica a los 2 prototipos con espesores de 15 y 18 mm, obteniéndose como resultado el coeficiente de conductividad térmica correspondiente a cada muestra.

Tabla 27

Resultados de la medición de diseño de mezcla para elaboración de paneles

Parámetros iniciales		7 kg Coronta de maíz triturado + 0.5 kg Aditivos+					Coeficiente de conductividad térmica (W/m.k)
		12kg Huevera de cartón + 0.5kg resina					
		Largo (A)	Ancho (B)	Alto (C)	Área (cm ²)	Fuerza (Kg/cm ²)	
MC-01	Plano	297	210	15	16.00	245	0.1159
MC-02	Plano	297	210	18	16.00	210	0.1199

4.3.1. RESISTENCIA Y TRANSMITANCIA TÉRMICA EN ADOBES

Se realizará en base al proceso de evaluación manual al aplicar calor a una muestra junta.

Tabla 28

Resumen de resistencia térmica del panel de coronta de maíz de 15 mm junto a adobe

Capas	Espesor (mm)	λ (w/mk)	Rt = e/ λ
Adobe	210	0,57	0,36
Panel de coronta de maíz	15	0,11	0,13
Resistencia superficial externa			0,11
Resistencia superficial interna			0,06
Σ Resistencia			0,66
		U = 1/Rt	1,44

Interpretación: El muro compuesto por adobe de 210 mm y un panel de coronta de maíz de 15 mm alcanza una resistencia térmica total de 0,66 m²·K/W, lo que se traduce en una transmitancia térmica (U) de 1,44 W/m²·K. El adobe aporta la mayor parte de la resistencia (0,36),

mientras que el panel de coronta mejora ligeramente el aislamiento (0,13), complementado por las resistencias superficiales (0,17). Este resultado refleja que el sistema tiene un comportamiento térmico aceptable pero limitado, para climas de frío extremo.

Tabla 29

Resumen de resistencia térmica del panel de coronta de maíz de 18 mm junto a adobe

Capas	Espesor (mm)	λ (w/mk)	$Rt = e/ \lambda$
Adobe	210	0,57	0,36
Panel de coronta de maíz	18	0,11	0,16
Resistencia superficial externa			0,11
Resistencia superficial interna			0,06
Σ Resistencia			0,69
		$U = 1 R/t$	1,51

Interpretación: El muro conformado por adobe de 210 mm y un panel de coronta de maíz de 18 mm alcanza una resistencia térmica total de 0,69 m²·K/W, lo que equivale a una transmitancia térmica de 1,51 W/m²·K. En este sistema, el adobe aporta la mayor parte de la resistencia (0,36 m²·K/W) debido a su masa y capacidad de inercia térmica, mientras que el panel de coronta de maíz contribuye con 0,16 m²·K/W, reforzando ligeramente el aislamiento en comparación con el panel de 18 mm. En términos prácticos, este tipo de cerramiento ofrece un aislamiento moderado, adecuado para climas templados donde se busca aprovechar la inercia térmica del adobe para regular la temperatura interior.

4.4. EVALUACIÓN DE HUELLA ECOLÓGICA

4.4.1. HUELLA HÍDRICA

Se realizó en base al proceso de análisis en ciclo de vida

Tabla 30

Resumen del consumo de agua en ciclo de vida de las planchas de coronta de maíz

Elaboración de 1.32 m ² planchas de coronta de maíz			
Etapa del ciclo de vida	Proceso específico	Agua (litros/m ²)	Descripción
Obtención de materia prima	Recolección y limpieza de coronta de maíz	0.00	Agua utilizada para el lavado y limpieza de las corontas y hueveras de cartón. Se realiza un proceso de limpieza en seco
Procesamiento	Triturado/ reducción de tamaño	0.0	Uso de agua en procesos húmedos o limpieza del equipo. Proceso de trituración en agente externo.
	Mezclado	1.20	Agua usada como parte del proceso de mezclado o en adhesivos de base acuosa.
Elaboración	Retorno de agua	-0.50	Agua retorna
	Prensado	0	No utiliza
	Acabado	0	No utiliza
Fin de Vida útil	Compostaje	0	Agua utilizada para el tratamiento de compostaje
	Total	0,70	Total, de consumo de agua en el ciclo de vida del material.

Interpretación: La elaboración de 1,32 m² de planchas de coronta de maíz presenta un consumo hídrico muy bajo. En la recolección y trituración no se utiliza agua, mientras que en la etapa de mezclado se emplean 1,20 litros/m², de los cuales se recupera 0,50 litros/m². En el prensado, acabado y compostaje no se registra consumo adicional, resultando un total de solo 0,70 litros/m², lo que refleja un impacto ambiental mínimo en términos de uso de agua.

4.4.2. HUELLA ENERGÉTICA

Tabla 31

Resumen del consumo de energía eléctrica durante el ciclo de vida de las planchas de coronta de maíz

Elaboración de 1,32 m ² planchas de coronta de maíz			
Etapa del ciclo de vida	Proceso específico	Energía (KWh/m ²)	Descripción
Obtención de materia prima	Recolección y limpieza de coronta de maíz	0 Kwh/m ²	Energía consumida por maquinaria de limpieza del material.
Procesamiento	Triturado/ reducción de tamaño	1.0kWh/m ²	Energía eléctrica para trituradoras modelos
	Mezclado	0	Energía usada por mezcladoras
	Prensado	0	Energía usada por prensa de un punto
Elaboración	Secado	0	Energía usada por secadora horno.
	Compostaje	0	Energía consumida por maquinaria de compostaje.
Fin de Vida útil	Compostaje	0	Energía consumida por maquinaria de compostaje.
	Total	1.0kWh/m ²	Total, de consumo energético en el ciclo de vida del material.

Interpretación: La elaboración de 1 m² de planchas de coronta de maíz demanda un consumo energético mínimo. Durante la recolección, limpieza, mezclado, prensado, secado y compostaje no se registra gasto de electricidad; únicamente en la etapa de triturado se utiliza 1,0 kWh/m², lo que constituye el total del consumo eléctrico en todo el ciclo de vida del material.

4.4.3. HUELLA DE RESIDUOS SÓLIDOS

Tabla 32

Resumen de la generación de residuos sólidos durante el ciclo de vida de las planchas de coronta de maíz

Elaboración de 9 planchas de coronta de maíz			
Etapa del ciclo de vida	Proceso específico	Desechos (Kg/m ²)	Descripción
Obtención de materia prima	Recolección y limpieza de coronta de maíz	0	Restos no utilizables de coronta y huevera de cartón
Procesamiento	Triturado/ reducción de tamaño	0.05	Mermas de procesamiento
	Mezclado	0	Sobrantes de mezclas, envases, etc.
Elaboración	Prensado	0	No genera residuos.
	Secado	0	Paneles defectuosos, desechos.

Fin de Vida útil	Compostaje	0.02	Materiales no reciclables
	Total	0.07	Total, de residuos sólidos generados en el ciclo de vida del material.

Interpretación: Los valores aproximados obtenidos en Kg/m² mediante análisis de procesos, registran la generación de residuos durante la elaboración de 1 m² de planchas de coronta de maíz.

4.5. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Respecto a la hipótesis general se pudo corroborar que las planchas elaboradas a base de coronta de maíz tienen características óptimas para el uso en construcción y acondicionamiento de viviendas, dado que se los resultados de los distintos ensayos y estudios corroboraron que el material cuenta con las características físicas, térmicas y ecológicas requeridas de acuerdo a la normativas nacionales e internacionales vigentes.

4.5.1. RESISTENCIA MECÁNICA Y CARACTERIZACIÓN

Hi₁: Las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz presentan parámetros de resistencia mecánica dentro de los valores requeridos por la normativa técnica correspondiente.

H0₁: Las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz no presentan parámetros de resistencia mecánica dentro de los valores requeridos por la normativa técnica correspondiente.

Tabla 33

Análisis comparativo de resistencia a fuerzas externas en materiales similares

Materiales	Compresión	Flexión	Tracción
Planchas de coronta de Maíz – M-02	38,10	1,57	1,5
Paneles termoaislantes de fibra de ichu	18,99	1,90	-
Panel a base de papel y viruta	23,98	1,01	-
Planchas Agrofibra	35,88	1,01	2,8

Interpretación: Las planchas elaboradas a partir de coronta de maíz destacan por su elevada resistencia a la compresión, alcanzando 38,10 MPa, lo que evidencia su gran capacidad para soportar cargas verticales y esfuerzos de presión directa, superando ampliamente a los demás materiales analizados. Aunque su resistencia a la flexión (1,57

MPa) es moderada y su resistencia a la tracción relativamente baja (1,5 MPa), estos valores no desmerecen su potencial como material alternativo, ya que el comportamiento frente a la compresión es el factor determinante en la mayoría de aplicaciones estructurales básicas. En base a estos resultados podemos confirmar que las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz presentan parámetros de resistencia mecánica dentro de los valores requeridos por la normativa técnica correspondiente en las normativas nacionales e internacionales.

4.5.2. RESISTENCIA TÉRMICA

Hi₂: Las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz presentan resistencia térmica adecuada para su uso en aplicaciones de construcción.

H0₂: Las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz no presentan resistencia térmica adecuada para su uso en aplicaciones de construcción.

Tabla 34

Análisis comparativo de la resistencia térmica con otros materiales

Materiales	Conductividad Térmica (W/mk)	Resistencia térmica
Planchas de coronta de Maíz 18mm	0,11	1,51
Planchas de fibra de coco	0,047	-
Panel a base de papel y viruta	0,107	1,47
Planchas Agrofibra	0,09	0,54

Interpretación: El análisis de la resistencia térmica evidencia que las planchas de coronta de maíz de 18 mm presentan una buena capacidad de aislamiento, con un valor de 1,51, ligeramente superior al obtenido por los paneles a base de papel y viruta (1,47), lo que demuestra que ambos materiales ofrecen un desempeño similar frente al paso del calor. En contraste, las planchas Agrofibra registran la menor resistencia térmica (0,54), lo que las convierte en el material menos eficiente como aislante en esta comparación. Por otro lado, las planchas de fibra de coco destacan por su muy baja conductividad térmica (0,047 W/mK), lo que indica un gran potencial como aislante, aunque no se reporta directamente su resistencia térmica en materiales de este tipo.

En base a estos resultados se puede afirmar que las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz presentan resistencia térmica adecuada para su uso en aplicaciones de construcción en zonas de friaje como Santa María del Valle.

4.5.3. HUELLA ECOLÓGICA

Hi₃: Las planchas elaboradas a base de corontas de maíz generan una huella ecológica favorable en comparación con materiales convencionales.

H0₃: Las planchas elaboradas a base de corontas de maíz no generan una huella ecológica favorable en comparación con materiales convencionales.

Tabla 35

Análisis comparativo de la huella ecológica en materiales similares

Materiales	Agua (L)	Energía (KWh)	Residuos (Kg)	Renovable (%)
Planchas de coronta de Maíz	0,07	1.0	0,07	98%
Tableros MDF	0,06	4.44	0,03	97%
Tableros MDP	0,06	4.44	0,02	98%
Planchas Agrofibra	0,05	2,7	0,00	100%

Interpretación: El análisis comparativo de la huella ecológica muestra que las planchas de fibra de coronta de maíz presentan un desempeño ambiental altamente favorable frente a materiales similares como MDF, MDP y Agrofibra. Aunque el consumo de agua (0,07 L) y la generación de residuos (0,07 kg) son ligeramente superiores respecto a los demás materiales, este impacto se compensa con un consumo de energía mucho menor (1,0 kWh), en contraste con los tableros MDF y MDP que requieren 4,44 kWh y la agrofibra que emplea de 2,7 kWh para su producción.

Además, las planchas de coronta de maíz alcanzan un 98% de componente renovable, lo que las convierte en una alternativa más sostenible y alineada con los principios de economía circular y aprovechamiento de residuos agrícolas. En base a estos resultados se puede afirmar que las planchas de corontas de maíz generan una huella ecológica favorable en comparación con materiales convencionales.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La propuesta de elaboración de planchas a base de coronta de maíz se plantea como una solución efectiva frente a la escasez de recursos y materiales de construcción destinados a mejorar el confort térmico en el distrito de Santa María del Valle. Este material alternativo no solo aprovecha un residuo agrícola de bajo uso, sino que también cumple con criterios estructurales acorde a las normativas vigentes en materia de edificación, ofreciendo así una alternativa viable y accesible para ampliar y optimizar las condiciones de habitabilidad en el distrito de Santa María del Valle. La elaboración de este tipo de materiales se fundamenta de manera teórica en los principios de sostenibilidad y economía circular, que promueven la reutilización de subproductos agroindustriales para la creación de nuevos insumos, disminuyendo así el impacto ambiental y los costos de producción.

Al plantearse como propuesta en estudios de construcción y acondicionamiento térmico, se destacan el valor de los desechos agrícolas poco aprovechados como un recurso con potencial para mejorar la eficiencia energética de las viviendas rurales. Carrasco y Peña (2023) sostienen que las fibras provenientes de desechos agrícolas pueden reutilizarse en la construcción para elaborar bloques, paneles, baldosas o revestimientos de muros y techos. Si bien no requieren gran resistencia estructural (Compresión, Flexión y tracción), es indispensable considerar la normativa aplicable y el procedimiento de elaboración de prototipos, así como las condiciones climáticas y el confort térmico para definir su tipo de aislamiento y uso específico. Pineda (2024), afirma que el impacto ambiental debe ser considerado en esta clase de propuestas, ya que deben promover la reutilización de recursos, reducir el uso de materiales contaminantes y contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes. Estas características deben ser compartidas entre los materiales similares, dado que no se tienen registros de planchas térmicas que emplean la coronta de maíz, pero sí existen estudios enfocados en otros desechos agrícolas o fibras naturales.

De acuerdo a la hipótesis general, se pudo demostrar que las planchas obtenidas a partir de corontas de maíz tienen características óptimas para el uso en construcción y acondicionamiento térmico en las viviendas del distrito de Santa María del Valle. Donde a través de la aplicación de ensayos mecánicos en los paneles se concluye que ambas muestras (M-01 y M-02) se encuentran dentro de los estándares, siendo que la muestra que mayores valores de Compresión (38,10MPa), Flexión (1,57MPa) y Tracción (1,5MPa) presenta es la muestra M-02 de 18mm. Por otro lado, respecto al análisis térmico se pudo conocer que la plancha de coronta de maíz presenta baja conductividad térmica siendo un material con características de aislante, sin embargo, esta depende del material al que va acompañado por lo que su resistencia térmica es moderada y debe ser empleada para revestimientos. Respecto a los estándares de sostenibilidad y huella ecológica reveló un bajo consumo de agua y energía, mínima generación de residuos y un 98 % de insumos renovables, consolidando a las planchas de coronta de maíz como una alternativa ecoeficiente. Estos resultados se asemejan a los presentados por Torres y Humalla (2023) La propuesta de paneles termoaislantes elaborados con fibras de Stipa ichu y celulosa surge como alternativa para mejorar el confort térmico en viviendas de Puno, superando los requerimientos de la NTP 334.135 sobre materiales para construcción. Los ensayos físicos, mecánicos y biológicos evidencian su viabilidad: presentan resistencia a la compresión de 23,47 kg/cm², a la flexión de 18,35 kg/cm² y resistencia al fuego promedio de 60 minutos, lo que los convierte en materiales innovadores, eficientes y sostenibles para la construcción. Adicionalmente, mencionan que en la vivienda con paneles termoaislantes de Stipa ichu y celulosa se registró una variación térmica máxima de 7,2°C y mínima de 8,9°C, mientras que en la vivienda rural típica las variaciones fueron mayores e inestables, con máximas entre 7,6–7,7°C y mínimas entre 6,5–8,3°C, evidenciando un mejor desempeño térmico en la vivienda revestida con estos paneles.

Respecto a la primera hipótesis, se pudo demostrar que las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz presentan parámetros de resistencia mecánica dentro de los valores requeridos por la normativa técnica correspondiente, donde destacan por su elevada resistencia a la compresión, alcanzando 38,10 MPa, lo que evidencia su gran capacidad para soportar

cargas verticales y esfuerzos de presión directa, superando ampliamente a los demás materiales analizados. Aunque su resistencia a la flexión (1,57 MPa) es moderada y su resistencia a la tracción relativamente baja (1,5 MPa), estos valores no desmerecen su potencial como material alternativo, ya que el comportamiento frente a la compresión es el factor determinante en la mayoría de aplicaciones estructurales básicas. Si bien el valor de resistencia a la tracción es bajo, no es un requisito para este tipo de materiales. Este resultado coincide con lo reportado por Calle (2021), quien desarrolló un prototipo de panel a base de papel y viruta de madera reciclada. Su muestra eficiente alcanzó una resistencia a la compresión de 24 MPa cumpliendo con los requisitos especificados. En cuanto a la flexión, se evaluó según la norma INEN 3110 para tableros aglomerados de 25 mm de espesor, la cual exige una resistencia menor a 11 N/mm² durante los tres primeros minutos de ensayo. En la primera prueba, con una carga máxima de 20 N, se obtuvo una resistencia de 4,5 MPa, y en la segunda, con 40 N, de 5,5 MPa. En ambos casos, los valores se mantuvieron dentro de los rangos permitidos.

Respecto a la segunda hipótesis, se demostró que las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz presentan una resistencia térmica adecuada para su aplicación en la construcción. Los resultados obtenidos muestran una conductividad térmica de 0,11 W/m·K y una resistencia térmica de 1,51 m²·K/W. Al incorporarse a muros de materiales como adobe o ladrillo, se obtienen mejores prestaciones debido a la masa y la capacidad de inercia térmica de dichos materiales. En particular, el panel de coronta de maíz aporta un refuerzo de 0,16m²·K/W, ofreciendo un aislamiento moderado que resulta apropiado para climas templados, donde la inercia térmica del adobe contribuye de manera eficaz a la regulación de la temperatura interior. Estos resultados guardan relación con los brindados por Carrasco y Peña (2023), quienes en su propuesta desarrollaron paneles aislantes térmicos con la hoja del plátano y cascarilla del arroz, donde presentaron un adecuado coeficiente de conductividad térmica (0,20 W/m·K), valor inferior al de diversos materiales convencionales de construcción, como los paneles de yeso (0,41 W/m·K), el ladrillo pastelero (0,44 W/m·K), el adobe (0,57 W/m·K), el ladrillo hueco tipo “King Kong” (0,47 W/m·K), el ladrillo macizo (1 W/m·K) y las tejas (0,76 W/m·K). Se fabricaron paneles de 1,5 y 3 cm de espesor con tres diferentes

dosificaciones, determinándose que la proporción 60:20:20, con mayor contenido de hoja de plátano, obtuvo el mejor desempeño en términos de conductividad térmica. Asimismo, al instalar paneles de 30 mm en muros de adobe, se alcanzó una transmitancia térmica de 1,308 m²K/W, lo que evidencia su potencial como material aislante en la construcción.

Respecto a la tercera hipótesis, se demostró que las planchas elaboradas con corontas de maíz generan una huella ecológica favorable frente a materiales convencionales como MDF, MDP y agrofibra. Tanto en espesores de 15 mm como de 18 mm, presentan un bajo impacto ambiental: consumo de agua de 0,07 L, generación de residuos de 0,07 kg y un 98 % de insumos renovables. Aunque el agua y los residuos son ligeramente mayores, el consumo energético es considerablemente menor (1,0 kWh frente a 3,33–4,44 kWh de los demás materiales), lo que confirma su ventaja ambiental. El análisis comparativo de la huella ecológica muestra que las planchas de fibra de coronta de maíz presentan un desempeño ambiental altamente favorable frente a materiales similares como MDF, MDP y Agrofibra. Aunque el consumo de agua (0,07 L) y la generación de residuos (0,07 kg) son ligeramente superiores respecto a los demás materiales, este impacto se compensa con un consumo de energía mucho menor (1,0 kWh), en contraste con los tableros MDF y MDP que requieren 4,44 kWh y la agrofibra 1,7 kWh para su producción. Si bien estos resultados energéticos son mayores en los otros productos, la diferencia es el tiempo de elaboración que, en las planchas de coronta de maíz, resulta mayor al ser una producción artesanal. Estos resultados se asemejan a los brindados por Peña y Roman (2018), quien analiza la huella ecológica de los paneles Agrofibra para su investigación para mitigar el impacto de las heladas en una comunidad rural, en ella nos señala que este tipo de material tiene un alto contenido de productos reciclados, es 100% biodegradable un costo energético de 10 MJ/kg, siendo una opción viable. Si bien no considera el consumo de agua en su análisis, este mismo no es analizado al ser una cantidad mínima, guardando semejanza con nuestros resultados. A su vez también analiza otras alternativas como el corcho, fibra de coco y la viruta de madera, con resultados inferiores a la agrofibra.

CONCLUSIONES

Se pudo demostrar que las planchas a base de corontas de maíz poseen las características de resistencia mecánica, térmica y ecológica óptimas para ser consideradas como material de construcción en el distrito de Santa María del Valle, Huánuco. Los resultados mecánicos obtenidos evidencian valores de compresión, flexión y tracción que cumplen con la norma RNE E.070, confirmando su viabilidad estructural frente a materiales convencionales. El análisis térmico demostró una conductividad de 0,11 W/mK lo que refuerza su utilidad como complemento en sistemas constructivos con confort térmico. La evaluación de la huella ecológica reveló un consumo de agua y energía mínimo y un 98 % de insumos renovables, consolidando a las planchas de coronta de maíz como una alternativa que supera los requerimientos mínimos estructurales, térmicos y ecológicos, contribuyendo al bienestar de la población y el desarrollo sostenible de la región.

Se logró determinar las propiedades de resistencia mecánica de las planchas elaboradas a base de coronta de maíz, en espesores de 15 mm y 18 mm, evidenciándose que ambas presentan valores de compresión, flexión y tracción aceptables dentro de lo establecido por la norma RNE E.070 para materiales de construcción. En particular, la muestra M-02 destacó por alcanzar los mejores resultados, con resistencias de 38,10 MPa en compresión, 1,57 MPa en flexión. Estos resultados confirman que las planchas de coronta de maíz constituyen una alternativa viable y sostenible para su uso en construcción y acondicionamiento de viviendas, dado que cumplen con los parámetros normativos y ofrecen un desempeño mecánico competitivo frente a otros materiales convencionales, especialmente en lo referente a la resistencia a la compresión.

Se logró analizar la resistencia térmica de las planchas elaboradas a base de coronta de maíz en espesores de 15 mm y 18 mm, encontrándose que ambas presentan valores similares en cuanto a conductividad y resistencia térmica, destacando la muestra M-02 con un valor de conductividad de 0,11 W/m·K y una resistencia térmica de 1,51. Estos resultados, si bien se consideran aceptables, dependen en gran medida del material con el que se complementen en la construcción (como ladrillo, adobe

u otros), pues su incorporación contribuye a mejorar el aislamiento global del sistema. Estos resultados demuestran que las planchas de coronta de maíz constituyen un recurso útil y eficiente como material complementario en edificaciones, especialmente en entornos como el distrito de Santa María del Valle, donde el control térmico resulta fundamental para mejorar el confort de los espacios habitables.

Se logró identificar la huella ecológica de las planchas elaboradas a base de coronta de maíz en espesores de 15 mm y 18 mm, evidenciándose que ambas presentan valores similares debido a que se emplea la misma proporción de materia prima, variando únicamente en presión. Los resultados obtenidos muestran un consumo de agua de 0,07 L, un gasto energético de 1,0 kWh, la generación de 0,07 kg de residuos y un 98 % de insumos renovables, lo que confirma que se trata de un material con bajo impacto ambiental. Se confirma entonces que las planchas de coronta de maíz constituyen un recurso sostenible, no solo por el uso de residuos agrícolas poco aprovechados, sino también porque contribuyen a la reducción de la huella ecológica en el sector de la construcción.

RECOMENDACIONES

Se recomienda al director de la Dirección Agraria de Huánuco, realizar programas para el uso responsable de desechos agrarios, dado que gran parte de ellos no son aprovechados (tallos de maíz, hojas de papa, etc) y son quemados contaminando el ambiente y generando peligros de incendios en temporadas secas.

Se recomienda a los pobladores del distrito de Santa María del Valle participar activamente en las capacitaciones sobre la recolección de corontas de maíz impulsadas por el investigador, con el fin de aprovechar este recurso agrícola y fomentar prácticas sostenibles que beneficien tanto a la economía local como al medio ambiente.

Se recomienda a futuros investigadores que aborden las variables del presente estudio realizar un análisis más profundo sobre la contaminación por hongos y ensayos de agentes patógenos y humedad en las planchas de coronta de maíz, con el propósito de establecer parámetros de control que garanticen su uso seguro y eficiente en temporadas lluviosas.

Se recomienda a futuros investigadores desarrollar un programa integral de recolección de corontas de maíz y hueveras de cartón en la población, articulando acciones mediante documentos de gestión y el apoyo del gobierno local, a fin de consolidar un modelo participativo de aprovechamiento de residuos sólidos agrícolas y urbanos.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA DEL ESTUDIO

6.1. ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL

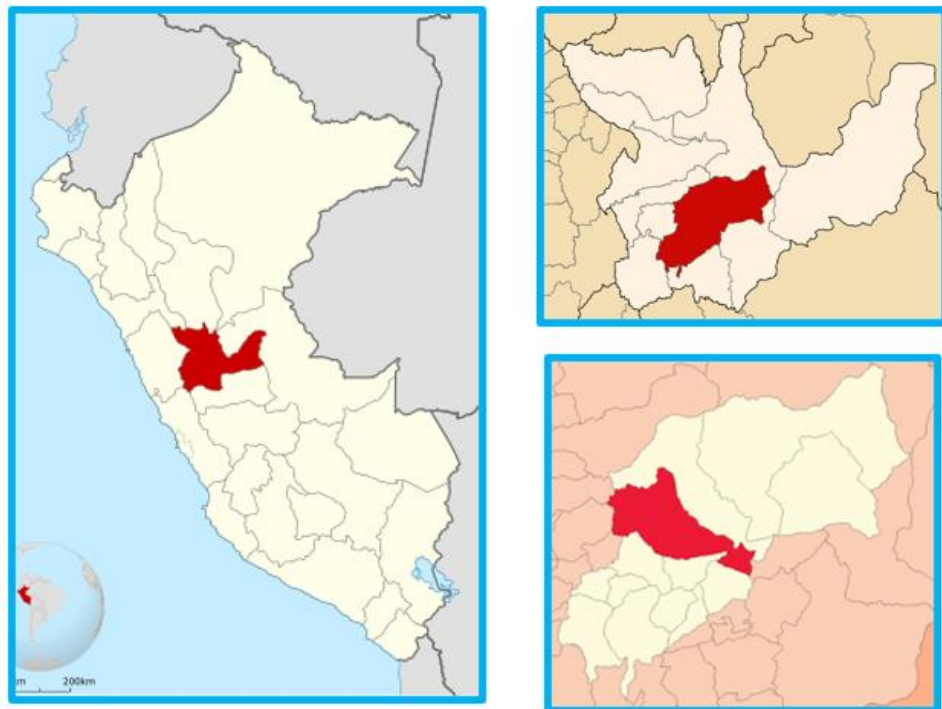
6.1.1. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO

a) ÁMBITO DEL PROYECTO

El distrito de Santa María del Valle está ubicado en la parte nororiental de la provincia y departamento de Huánuco, en la región centro-oriental del Perú.

Figura 19

Ubicación geográfica del distrito de Santa María del Valle - Huánuco



Su capital, también llamada Santa María del Valle, se encuentra a una altitud aproximada de 1 916 metros sobre el nivel del mar, a unos 7 kilómetros al noreste de la ciudad de Huánuco. Limita:

- Por el norte: con la provincia de Dos de Mayo.
- Por el sur: con el distrito de Huánuco.
- Por el este: con el distrito de Chinchao.
- Por el oeste: con los distritos de Kichki y San Pedro de Chaulán.

El territorio del distrito se extiende desde zonas templadas hasta áreas altoandinas que superan los 4 000 m.s.n.m., lo que le confiere una gran diversidad climática y paisajística. Es atravesado por varios ríos y quebradas, siendo el río Higueras uno de los más representativos, que desemboca en el río Huallaga.

b) CLIMA Y PERIODO DE HELADAS

El clima en Santa María del Valle varía notablemente según la altitud. En la capital distrital, ubicada a unos 1916 m.s.n.m., se experimentan temperaturas templadas durante el día y frías durante la noche, con mínimas actuales que oscilan entre 9°C y 11°C. Sin embargo, en las zonas más elevadas del distrito, el fenómeno de las heladas se presenta con frecuencia durante los meses de abril a septiembre, alcanzando su mayor intensidad en junio y julio.

c) ECONOMÍA Y PRODUCTIVIDAD

Santa María del Valle tiene un perfil agrícola rural con población principalmente quechua hablante, en altitudes que van de templadas a frías. Aunque en su capital no se registran heladas severas, las zonas más altas sí las sufren entre abril y septiembre, con impacto en salud y cultivos. La economía depende fuertemente del agro de pequeña escala, con baja productividad y tecnológica.

Desde el punto de vista económico, el distrito presenta una estructura basada predominantemente en la agricultura de subsistencia. Cultivos como el maíz amiláceo, el trigo, el frijol y la papa son los más representativos de la zona. No obstante, el nivel de tecnificación es bajo: solo un pequeño porcentaje de tierras cuenta con riego tecnificado y las unidades agrícolas rara vez emplean maquinaria o energía eléctrica. Esta situación limita la productividad y la capacidad de generar excedentes que puedan ser comercializados, perpetuando así un ciclo de pobreza estructural. Además, la actividad forestal, aunque presente, no representa una fuente de ingresos significativa para la mayoría de la población.

6.1.2. MANEJO DE DESECHOS AGRÍCOLAS

En el distrito de Santa María del Valle, el manejo de desechos agrícolas se encuentra poco desarrollado y carece de un sistema organizado de aprovechamiento sostenible. Actualmente, las acciones relacionadas con la gestión de residuos se limitan principalmente al recojo de basura doméstica por parte del servicio municipal, sin que exista una estrategia específica para los subproductos y residuos generados por las actividades agrícolas.

En lo que respecta a los restos de cultivos, como corontas y tallos de maíz, su disposición final se realiza de manera no planificada. En algunos casos, estos desechos son aprovechados de forma artesanal como alimento para animales de granja principalmente vacuno, aves y cuyes, pero únicamente en pequeña escala y sin ningún valor agregado.

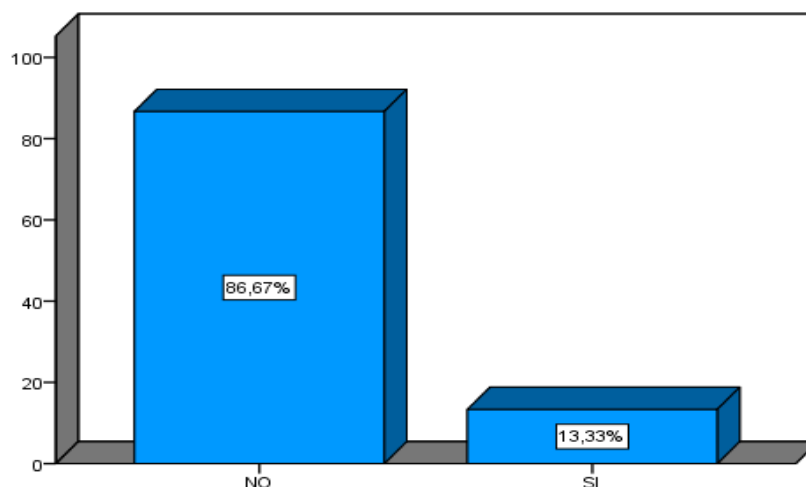
Tabla 36

Análisis de asesorías sobre métodos sostenibles para el manejo de desechos agrícolas

	Fi	%	%válido	%acumulado
No	104	86,7	86,7	86,7
Si	16	13,3	13,3	100,0
Total	120	100,0	100,0	

Figura 20

Gráfico de los resultados sobre asesorías de métodos sostenibles para el manejo de desechos agrícolas



Interpretación: Tras la aplicación de la encuesta a los productores de maíz del distrito de Santa María del Valle, se observó que el 86,67% no recibió asesorías sobre los métodos sostenibles para el manejo de desechos agrícolas, mientras que el 13,33% si recibió asesorías sobre los métodos sostenibles para el manejo de desechos agrícolas diferentes a las corontas de maíz. Esto se debe a que no todos los pobladores logran participan en programas específicos realizados por la Dirección Regional de Agricultura, debido a que viven en zonas alejadas, en otros casos suelen tener poco interés en adoptar prácticas sostenibles para su entorno. La mayoría de los programas existentes se encargan difundir información sobre la importancia de la sostenibilidad y evitar contaminar la tierra con desechos agrícolas, pero no brindan alternativas viables.

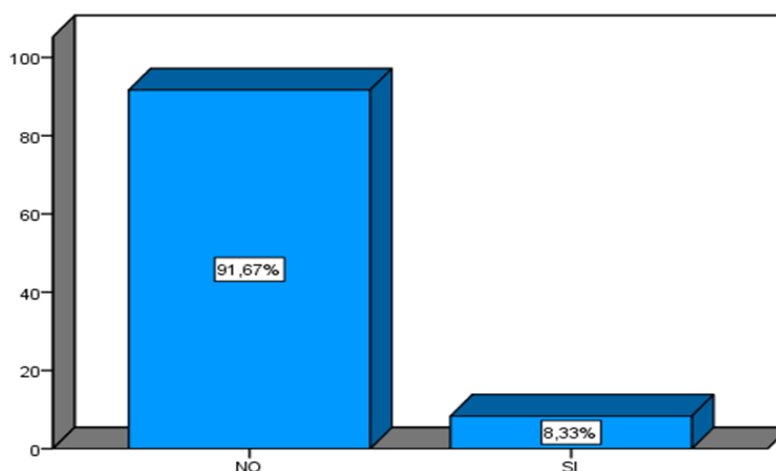
Tabla 37

Análisis de existencia de productos o subproductos que actualmente obtenga de las corontas de maíz (como alimento animal, fibras, etc.)

	Fi	%	%válido	%acumulado
No	110	91,7	91,7	91,7
Si	10	8,3	8,3	100,0
Total	120	100,0	100,0	

Figura 21

Gráfico de los resultados sobre existencia de productos o subproductos que actualmente obtenga de las corontas de maíz (como alimento animal, fibras, etc.)



Interpretación: Tras la aplicación de la encuesta a los productores de maíz del distrito de Santa María del Valle, se observó que el 91,67%

considera que no existen productos o subproductos que pueden obtenerse de las corontas de maíz, mientras que el 8,33% considera que, si existen productos o subproductos que pueden obtenerse de las corontas de maíz, como alimento para sus animales, fibras, entre otros. Esto se debe a la falta de difusión de información, que se dan en las capacitaciones sobre prácticas de reutilización agrícola, siendo simplemente desechados o utilizado para alimentar animales, lo que no es sostenible al tratarse de grandes cantidades de desechos o en el caso de familiar agricultores sin ganado.

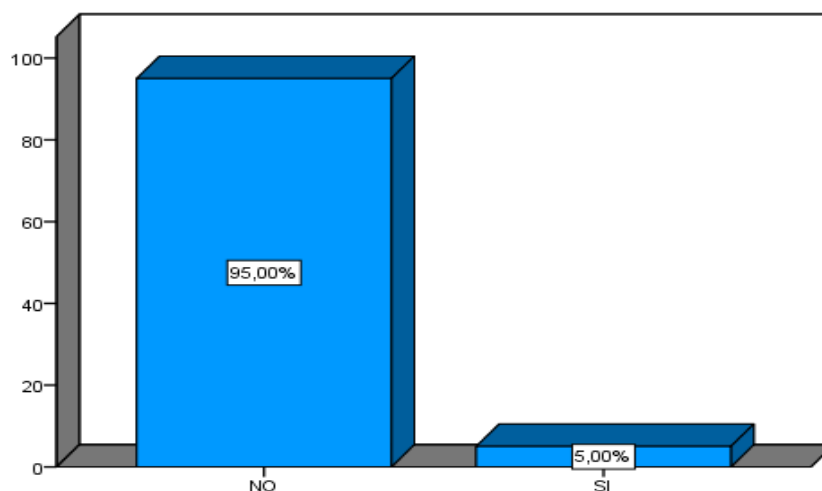
Tabla 38

Análisis de iniciativas o programas de cooperación que promuevan el reciclaje o la transformación de los desechos agrícolas, como las corontas de maíz, en su región.

	Fi	%	%válido	%acumulado
No	114	95,0	95,0	95,0
Si	6	5,0	5,0	100,0
Total	120	100,0	100,0	

Figura 22

Gráfico de los resultados sobre iniciativas o programas de cooperación que promuevan el reciclaje o la transformación de los desechos agrícolas, como las corontas de maíz, en su región.



Interpretación: Tras la aplicación de la encuesta a los productores de maíz del distrito de Santa María del Valle, se observó que el 95% no conoce las iniciativas ni programas de cooperación que promuevan el reciclaje o la transformación de los desechos agrícolas, mientras que el 5% si conoce las iniciativas o programas de cooperación que promuevan el reciclaje o la transformación de los desechos agrícolas que producen

las corontas de maíz, en su región. Esto se debe a falta de difusión sobre las capacitaciones y talleres en la región, enfocados en los beneficios económicos y ambientales de aprovechar los desechos agrícolas que se producen.

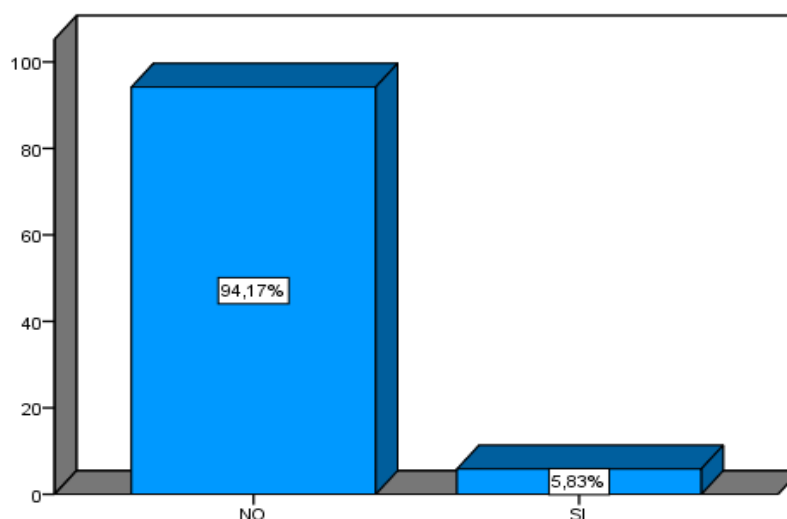
Tabla 39

Análisis del impacto ambiental de las prácticas actuales en el manejo de corontas de maíz y cómo influye en la sostenibilidad de su producción

	Fi	%	%válido	%acumulado
No	113	94,2	94,2	94,2
Si	7	5,8	5,8	100,0
Total	120	100,0	100,0	

Figura 23

Gráfico de los resultados del impacto ambiental de las prácticas actuales en el manejo de corontas de maíz y cómo influye en la sostenibilidad de su producción



Interpretación: Tras la aplicación de la encuesta a los productores de maíz del distrito de Santa María del Valle, se observó que el 94,17% no evalúa el impacto ambiental de sus prácticas actuales en el manejo de corontas de maíz, ni cómo influye en la sostenibilidad de su producción, mientras que el 5,83% si evalúa el impacto ambiental de sus prácticas actuales en el manejo de corontas de maíz y su influencia en la sostenibilidad de su producción. Esto se debe a la ausencia de políticas públicas o incentivos que fomenten las prácticas agrícolas sostenibles para el distrito.

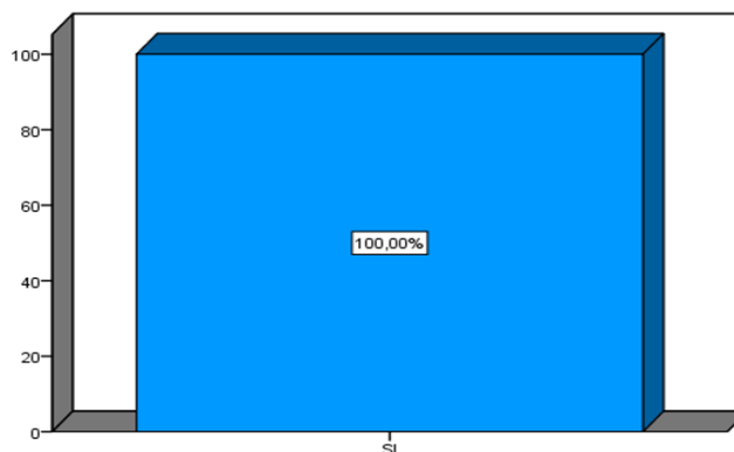
Tabla 40

Análisis sobre la implementación de medidas innovadoras para el tratamiento de las corontas de maíz que contribuyen a mejorar la calidad de vida de la población

	Fi	%	%válido	%acumulado
No	0	0,00	0,00	0,00
Si	120	100,0	100,0	100,0
Total	120	100,0	100,0	

Figura 24

Gráfico sobre la implementación de medidas innovadoras para el tratamiento de las corontas de maíz que contribuyen a mejorar la calidad de vida de la población



Interpretación: Tras la aplicación de la encuesta a los productores de maíz del distrito de Santa María del Valle, se observó que el 100% está interesado en implementar medidas innovadoras para el tratamiento de las corontas de maíz que contribuyen a mejorar la calidad de vida de la población. Esto se debe a que todos los pobladores tuvieron una disposición positiva sobre el uso de los recursos agrícolas, para mejorar la calidad de vida en la comunidad, aprovechando los subproductos agrícolas de las corontas de maíz, de manera que se contribuya al desarrollo socioeconómico y ambiental del distrito.

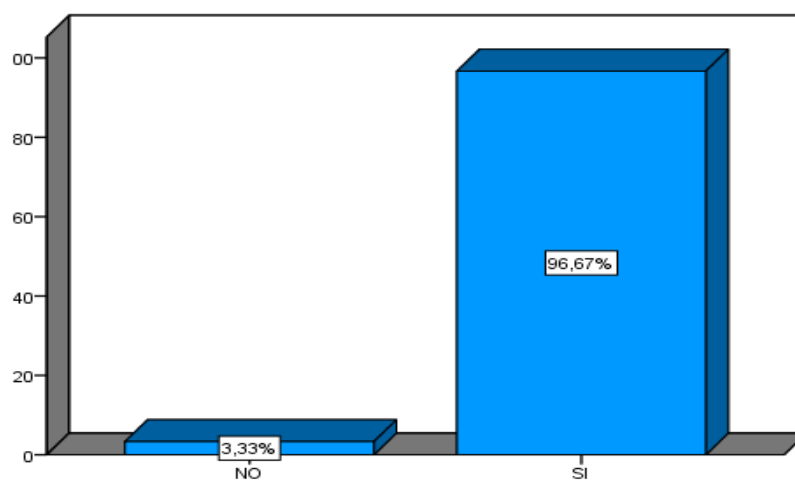
Tabla 41

Análisis sobre las dificultades para acceder a materiales de construcción económicos para protegerse del friaje

	Fi	%	%válido	%acumulado
No	4	3,3	3,3	3,3
Si	116	96,7	96,7	100,0
Total	120	100,0	100,0	

Figura 25

Gráfico sobre las dificultades para acceder a materiales de construcción económicos para protegerse del friaje



Interpretación: Tras la aplicación de la encuesta a los productores de maíz del distrito de Santa María del Valle, se observó que el 96,67% han tenido dificultades para acceder a materiales de construcción económicos para protegerse del friaje, mientras que el 3,33% no han tenido dificultades para acceder a materiales de construcción económicos para protegerse del friaje. Esto se debe a la limitada disponibilidad de materiales económicos en la zona.

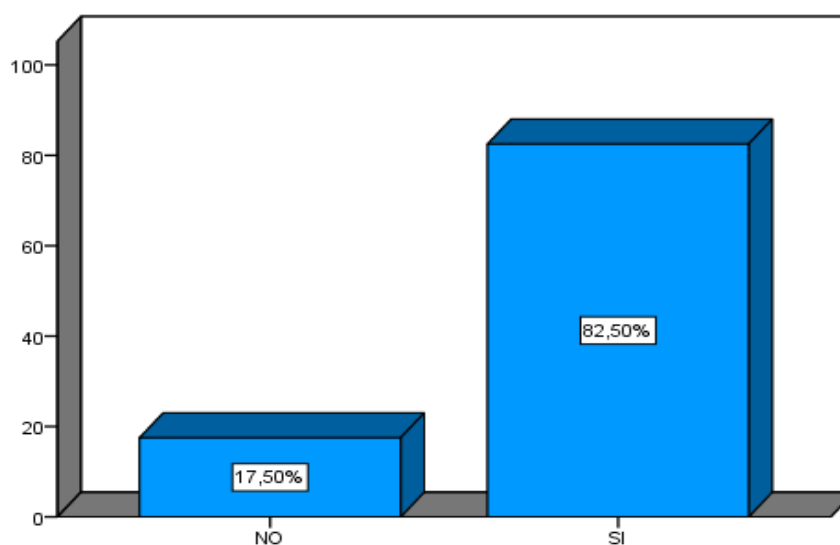
Tabla 42

Análisis sobre uso de materiales reciclados o sostenibles en la construcción o reforzamiento de sus viviendas

	Fi	%	%válido	%acumulado
No	21	17,5	17,5	17,5
Si	99	82,5	82,5	100,0
Total	120	100,0	100,0	

Figura 26

Gráfico sobre uso de materiales reciclados o sostenibles en la construcción o reforzamiento de sus viviendas



Interpretación: Tras la aplicación de la encuesta a los productores de maíz del distrito de Santa María del Valle, se observó que el 86,67% no ha utilizado materiales reciclados o sostenibles en la construcción o reforzamiento de sus viviendas, mientras que el 13,33% si ha utilizado materiales reciclados o sostenibles en la construcción o reforzamiento de sus viviendas. Esto se debe a que no todos los pobladores han tenido la disposición económica para adquirir materiales convencionales para de construcción de sus viviendas, lo que los impulsó a optar por materiales reciclados como una alternativa más accesible.

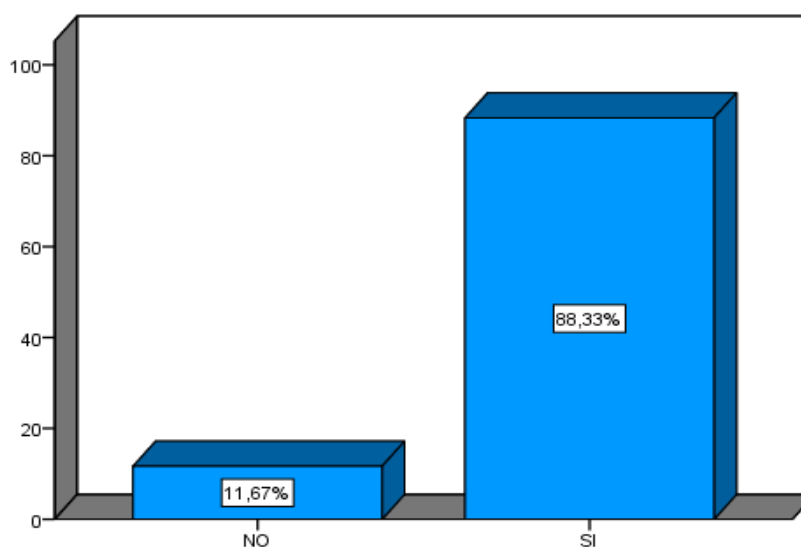
Tabla 43

Análisis sobre falta de materiales de construcción adecuados ha afectado negativamente la salud de su familia o comunidad durante las temporadas de frío

	Fi	%	%válido	%acumulado
No	14	11,7	11,7	11,7
Si	106	88,3	88,3	100,0
Total	120	100,0	100,0	

Figura 27

Gráfico sobre falta de materiales de construcción adecuados ha afectado negativamente la salud de su familia o comunidad durante las temporadas de frío



Interpretación: Tras la aplicación de la encuesta a los productores de maíz del distrito de Santa María del Valle, se observó que el 85,83% considera que falta de materiales de construcción adecuados ha afectado negativamente la salud de su familia o comunidad durante las temporadas de frío intenso, mientras que el 11,67% considera que falta de materiales de construcción adecuados no ha afectado negativamente la salud de su familia o comunidad durante las temporadas de frío intenso. Esto se debe a que los pobladores han sido afectaciones debido a que las condiciones precarias de sus viviendas, así como la falta de uso de recursos o técnicas de aislamiento ante las bajas temperaturas.

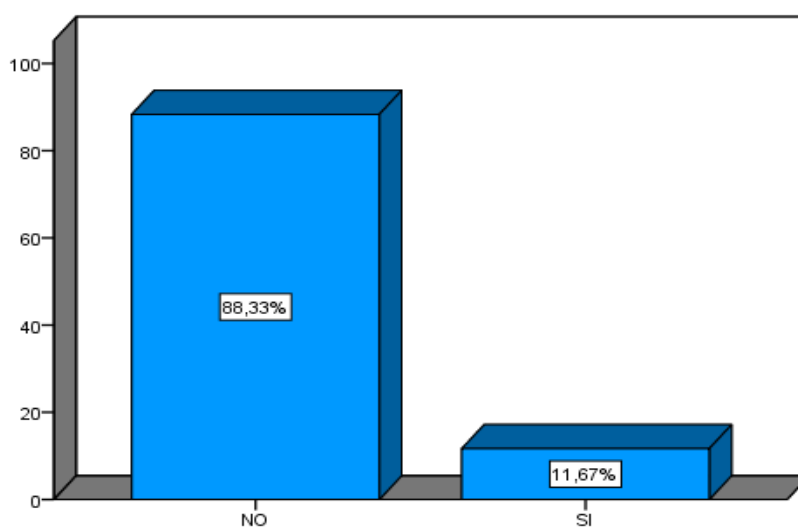
Tabla 44

Análisis sobre métodos tradicionales o alternativos de aislamiento térmico para mantener el calor en su vivienda durante el friaje

	Fi	%	%válido	%acumulado
No	106	88,3	88,3	88,3
Si	14	11,7	11,7	100,0
Total	120	100,0	100,0	

Figura 28

Gráfico sobre métodos tradicionales o alternativos de aislamiento térmico para mantener el calor en su vivienda durante el friaje



Interpretación: Tras la aplicación de la encuesta a los productores de maíz del distrito de Santa María del Valle, se observó que el 88,83% no han probado métodos tradicionales ni alternativos de aislamiento térmico para mantener el calor en su vivienda durante el friaje, mientras que el 14,17% si han probado métodos tradicionales o alternativos de aislamiento térmico para mantener el calor en su vivienda durante el friaje. Esto se debe a que no todos los pobladores tienen la disposición económica para adquirir los materiales necesarios para realizar un aislamiento térmico en sus viviendas.

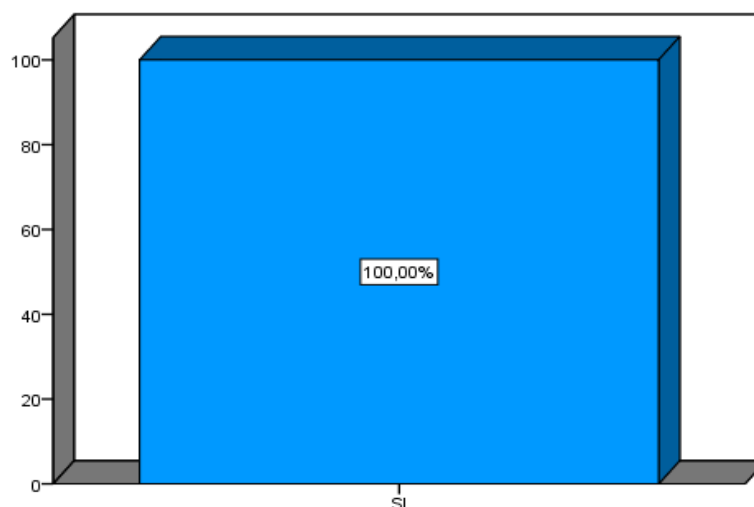
Tabla 45

Análisis sobre capacidad para adquirir materiales producidos en su localidad para mejorar la protección de su vivienda contra el friaje

	Fi	%	%válido	%acumulado
No	0	0,00	0,00	0,00
Si	120	100,0	100,0	100,0
Total	120	100,0	100,0	

Figura 29

Gráfico sobre capacidad para adquirir materiales producidos en su localidad para mejorar la protección de su vivienda contra el friaje



Interpretación: Tras la aplicación de la encuesta a los productores de maíz del distrito de Santa María del Valle, se observó que el 100% estuvieron dispuestos a adquirir materiales producidos en su localidad para mejorar la protección de su vivienda contra el friaje. Esto se debe a que todos los pobladores tuvieron una disposición positiva y compromiso hacia el uso de recursos locales considerándose como una solución práctica y sostenible para afrontar las bajas temperaturas del distrito, de manera que se aproveche las corontas de maíz.

6.2. PROPORCIÓN DE MEZCLA OPTIMA

Tabla 46

Magnitudes para la elaboración de la mezcla óptima

	Proporciones				Total	Compresión
	% Coronta de maíz triturado	% Huevera de cartón	% Resina	% Aditivos		Fuerza (Kg/cm ²)
Mezcla de 15 mm M-01	98	0,55	0,45	1%	100%	245
Mezcla de 18 mm M – 02	98	0,55	0,45	1%	100%	210

La tabla presenta las magnitudes utilizadas para elaborar la mezcla óptima en dos espesores diferentes (15 mm y 18 mm), manteniendo proporciones constantes de 98 % de coronta de maíz triturado, 0,55 % de huevera de cartón, 0,45 % de resina y 1 % de aditivos, sumando un total del 100 %. La variación se encuentra en la resistencia a la compresión: la mezcla de 15 mm alcanzó una fuerza de 245 kg/cm², mientras que la mezcla de 18 mm registró una resistencia menor, de 210 kg/cm².

6.3. PROCESO DE ELABORACIÓN

Figura 30

Proceso de fabricación de las planchas térmicas



6.3.1. DISEÑO DE EXPERIMENTO CON MEZCLAS

La elaboración de las planchas térmicas se llevó a cabo utilizando coronta de maíz y hueveras de cartón, se realizó considerando tomando como referencia los componentes establecidos en la normativa: Yesos para construcción (GYPSUM FOR CONSTRUCTION), según la Norma Técnica Peruana NTP 334.135

Tabla 47

Tabla de identificación del producto

NOMBRE GENÉRICO	Planchas de corontas de maíz
NOMBRE COMERCIAL	ECO PLANCHAS RCC
USOS Y APLICACIONES	Aislamiento térmico en viviendas Reducción de ruido Revestimiento de paredes Acabados rústicos, pre pintado Para el armado de muebles Módulos de viviendas
NOMBRE DEL FABRICANTE	Malpartida Miraval, Kínder Jesús
COMPOSICION	Mezcla óptima
Coronta de maíz	98%
Hueveras de cartón	0.55%
Aditivos	0.45%
Resina	1%

6.3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

Tabla 48

Materiales, equipos y herramientas utilizadas

MATERIALES	
•	Corontas de maíz
•	Hueveras de cartón
•	Aditivos (cáscara de huevo, cola)
•	Resina
•	Manteca vegetal
EQUIPOS	
•	Trituradora industrial
•	Prensa de un punto
•	Prensa de dos puntos
HERRAMIENTAS	

-
- Colador
 - Batidor eléctrico
 - Plancha de aluminio
 - Flexómetro
 - Espátula
-

6.3.3. RECOLECCIÓN DE LOS INSUMOS PRIMARIOS

La recolección de las corontas de maíz se realizó en el distrito de Santa María del Valle, en la región Huánuco, gracias a la colaboración de los agricultores locales, quienes proporcionaron este material como parte del proceso para la elaboración de las planchas térmicas. A cambio de su apoyo, recibieron un incentivo económico.

Para realizar esta recolección se viene trabajando con 115 productores locales a quienes se les ha capacitado sobre el manejo adecuado de las corontas de maíz y su proceso de limpieza, correcto almacenamiento y recolección en campo.

Figura 31

Corontas de maíz



También se utilizó como principal material reciclado el cartón de hueveras, con el propósito de extraer la celulosa de papel. Para facilitar su disolución, se cortaron en pequeños fragmentos y se remojaron en agua durante aproximadamente una hora. Luego, para lograr una textura uniforme y homogénea, la mezcla fue procesada con un batidor eléctrico durante algunos minutos.

Figura 32

Hueveras de cartón



6.3.4. TRITURACIÓN DE LOS MATERIALES

Para la trituration de los materiales, la coronta de maíz y las hueveras de cartón, se emplearon dos tipos: una de tipo fino y otra de tipo grueso. La trituration fina permitió obtener partículas pequeñas y homogéneas, ideales para mejorar la cohesión y compactación de la mezcla final. Por otro lado, la trituration gruesa generó fragmentos de mayor tamaño, que aportó estructura y rigidez.

Figura 33

Triturado fino



Figura 34

Triturado grueso



6.3.5. LIMPIEZA Y SELECCIÓN

Una vez concluido el proceso de trituración, se procedió con la limpieza y selección minuciosa de las hueveras de cartón. Esta etapa ayudó a garantizar la calidad del material que se integrará a las planchas térmicas. Se clasificó según su color y composición: las hueveras de tono blanco ayudaron a mejorar la textura y uniformidad de la mezcla, aportando una apariencia más homogénea y trabajable. Por otro lado, las de color plomo, más densas y fibrosas, ayudaron a incrementar su resistencia y su capacidad de aislamiento. Esta combinación permitió obtener un material final para cumplir con los fines térmicos y estructurales del proyecto.

Figura 35

Limpieza y selección de materiales



6.3.6. MEZCLADO

Durante esta fase se efectuó la mezcla de los aditivos con el material previamente triturado con, lo cual permitió optimizar las propiedades físicas del compuesto, incrementando su cohesión, resistencia y eficiencia como aislante térmico. Los aditivos utilizados para la fabricación de planchas a base de coronta de maíz fueron la cáscara de huevo y la cola, cada uno con una función específica, la cáscara de huevo, rica en carbonato de calcio, aportó rigidez y resistencia estructural, mientras que la cola actuó como agente aglutinante, favoreciendo la unión homogénea de los componentes. Esta combinación de elementos fortaleció tanto las características físicas como mecánicas del material, haciéndolo más apto para diversas aplicaciones.

Figura 36

Mezcla de materiales



6.3.7. PRENSADO

Se preparó el molde aplicando una capa de manteca vegetal, antes de verter la mezcla, con el fin de evitar que esta se adhiriera a la plancha de aluminio y dificulte su extracción. Seguidamente, se realizó el prensado, vertiendo la mezcla completa en la prensa y distribuyéndola de forma uniforme con la ayuda de una espátula, asegurando un espesor parejo en toda la superficie del panel.

Figura 37

Prensado de la plancha térmica



6.3.8. CANTIDADES SEGÚN ESPESOR

Esta fase se ajusta la cantidad de mezcla en función del espesor deseado para las planchas de coronta de maíz, permitiendo adaptar el volumen del material según las especificaciones técnicas.

Tabla 49

Cantidad de materiales según su espesor

	ESPESOR DE 8mm	ESPESOR DE 12	ESPESOR DE 15mm	ESPESOR DE 18mm
Corontas trituradas finamente	6kg	10kg	13kg	18kg
Hueveras de cartón triturados finamente	0.5kg	1kg	2kg	1.5kg
Aditivos	10ml	18ml	30ml	35ml

6.3.9. SECADO

El tiempo de secado de las planchas térmicas varía entre 30 y 60 minutos, dependiendo del grosor de cada una. Este proceso se realiza a temperatura ambiente, aproximadamente a 25°C, y requiere de una ventilación adecuada, evitando la exposición directa a los rayos solares.

Las primeras horas de secado son cruciales, para garantizar la eliminación de la humedad.

Tabla 50

Minutos de secado según temperaturas

	20°C	25°C	30°C
ESPELOR DE 8mm	72 min	60 min.	48 min
ESPELOR DE 12	88 min	72 min.	58 min
ESPELOR DE 15mm	99 min	81 min.	65 min
ESPELOR DE 18mm	146 min	120 min	96 min

4.6. DETERMINACIÓN DE COSTOS DE ELABORACIÓN

La presente investigación determinó el costo de elaboración de paneles a base de coronta de maíz, con dimensiones de 0.61 m x 1.22 m (unidad). La estructura de estos paneles fue desagregada con el fin de calcular el costo por unidad.

4.6.1. COSTOS DE ELABORACIÓN

Tabla 51

Resumen del presupuesto de materiales para elaboración ecoplanchas 15 – 18 mm

Insumos	Cantidad	Costos	Sub total
Corontas de maíz	10	S/0,30	S/3,00
Aditivos	1	S/6,00	S/6,00
Hueveras de cartón	0,4	S/0,20	S/0,08
Resinas	0,5	S/5,00	S/2,50
Subtotal	11,9	S/ 11,50	S/ 11,58

El presupuesto de materiales para la elaboración de ecoplanchas de 15–18 mm asciende a S/ 11.58, siendo los aditivos el insumo de mayor costo con S/ 6.00, seguido de las corontas de maíz con S/ 3.00 y las resinas con S/ 2.50. Esto demuestra que los principales costos se concentran en los insumos que aportan cohesión y resistencia al producto final.

Tabla 52*Resumen del presupuesto de ejecución para elaboración ecoplanchas 15 – 18 mm*

Ejecución	%	Monto
Honorarios e incentivos	10%	S/. 0.57
Desgaste de herramientas	5%	S/. 1.15
Consultorías especializadas	5%	S/. 0.57
Servicios tecnológicos y empresariales	5%	S/. 0.57
Pasajes y viáticos	10%	S/. 1.15
Equipos y bienes duraderos	55%	S/. 2.36
Total	100%	S/.6.42

En cuanto al presupuesto de ejecución, se registra un subtotal de S/ 6.42, donde el mayor gasto corresponde a equipos y bienes duraderos con S/ 2.36, seguido de pasajes, viáticos y desgaste de herramientas con S/ 1.15 cada uno. Estos resultados evidencian que la fase operativa requiere recursos complementarios necesarios para garantizar una adecuada elaboración de las ecoplanchas.

Tabla 53*Resumen del presupuesto de ejecución para elaboración ecoplanchas 15 – 18 mm*

Ejecución	%	Monto
Costos de materiales	69%	S/. 11.58
Costos de ejecución	31%	S/.6.42
Total	100%	S/.18.00

El presupuesto total para la elaboración de ecoplanchas alcanza los S/ 18.00, de los cuales S/ 11.58 corresponden a materiales y S/ 6.42 a ejecución. Esto permite concluir que el proceso presenta un costo económico accesible, lo cual favorece su viabilidad como alternativa sostenible y de bajo costo en la fabricación de planchas ecológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación de Academias de la Lengua Española. (2010). Diccionario de americanismos. <https://www.asale.org/damer/coronta>
- Beston Group Coltd. (2024). ¿De qué está hecha la bandeja / cartón para huevos? <https://bestoncompany.com/es/what-is-egg-tray-carton-made-of/>
- Biberos, K., Cardenas, U., Kahhat, R. y Vazquez, I. (2019). Avanzando y midiendo consumo y producción sostenible para una economía baja en carbono en economías de ingresos medios y nuevos países industrializados. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional. https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/from-crm/16-4628cf07c0f326a9f9f77e32518c7f6d_Actividad_9_ACV_Melamina_Final.pdf
- Bokkestijn, A. y López, M. (2009). Estudio del mercado nacional de madera y productos de madera para el sector de la construcción. PROEXPANSION. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1458655/3.%20Estudio%20del%20mercado%20nacional%20de%20madera%20y%20productos%20de%20mader%20para%20el%20sector%20de%20la%20construcci%C3%B3n.pdf.pdf>
- Borja, K. y Castillo, N. (2019). Elaboración de un panel aislante térmico a base de cartón y tapones de corcho reciclado para viviendas de interés social. [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. Repositorio institucional. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3178/1/T-ULVR-2782.pdf>
- Bravo, G. (2023). *Implementación de paneles aislantes estructurales para una edificación de 4 niveles para mejorar el comportamiento estructural, Amarilis - Huánuco – 2022* [Tesis de pos grado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/4343>
- Cairplas. (2024). Plásticos Reciclables. <https://cairplas.org.ar/plasticos-reciclables/>

- Calle, B. (2021). Prototipo de panel hecho a base de papel y viruta de madera reciclable para paredes interiores. [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. Repositorio institucional. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/4553/1/T-ULVR-3705.pdf>
- Camec. (2024). Qué son las trituradoras industriales y para qué sirven. <https://www.camec.net/es/recursos/que-son-los-trituradores-industriales-y-para-que-sirven>
- Campos, A. (2020). Métodos Tecnológicos Sostenibles para Brindar un Apropiado Confort Térmico en las Viviendas en la Ciudad de Tarapoto (tesis de pregrado), Universidad Cesar Vallejo.
- Carrasco, C. y Peña, J. (2023). *Elaboración de paneles aislantes térmicos con la hoja del plátano y cascarilla del arroz, para la vivienda no planificada en zonas desérticas, para la ciudad de Piura, Perú* [Tesis de pos grado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio Institucional de la UTP. https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/7318/C.Carrasco_J.Pe%C3%B1a_Tesis_Titulo_Profesional_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carrasco, C. y Peña, J. (2023). *Elaboración de paneles aislantes térmicos con la hoja del plátano y cascarilla del arroz, para la vivienda no planificada en zonas desérticas, para la ciudad de Piura, Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio institucional. https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/7318/C.Carrasco_J.Pe%C3%B1a_Tesis_Titulo_Profesional_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CECAP. (2022). Tableros de madera: tipos y características. <https://postgradoindustrial.com/tableros-de-madera-tipos-y-caracteristicas/>
- Chalén, M. (2018). Estudio de paneles de paja toquilla como aislante acústico y térmico en el revestimiento de paredes. [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. Repositorio institucional. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2644/1/T-ULVR-2439.pdf>

- Chávez Arraya, I. M., Marroquín Mosqueira, I. A., & Maticorena Cabrera, D. J. (febrero de 2018). Planeamiento Estratégico de la Empresa Novopan Perú. LIMA, SURCO.
- Chun Koay, S. (2018). Wood plastic composites made from corn husk fiber and recycled polystyrene foam. https://www.researchgate.net/publication/330544150_Wood_plastic_composites_made_from_corn_husk_fiber_and_recycled_polystyrene_foam
- Compra ética. (2024). Las consecuencias del cambio climático en la deforestación. <https://compraetica.com/blogs/vida-sostenible/las-consecuencias-del-cambio-climatico-en-la-deforestacion>
- Cortés, M., & Iglesias León, M. (2004). Generalidades sobre Metodología. Mexico.
- Data Perú. (2019). Santa María del Valle, Distrito, provincia de Huánuco, departamento de Huánuco. ITPProducciones. <https://data-peru.itp.gob.pe/profile/geo/santa-maria-del-valle>
- Diario Ahora (Huánuco). (2022). Huánuco creció 3.9% en el primer semestre del 2022, superando al promedio nacional. <https://www.ipe.org.pe/portal/huanuco-crecio-3-9-en-el-primer-semestre-del-2022-superando-al-promedio-nacional/>
- Espinoza, J., Amador, G., Navarro, J. y Rodríguez, K. (2022). Elaboración de placas de aislamiento térmico a partir de fibra de coco empleando ácido poliláctico (PLA) como aglutinante. *InterSedes*, 23(48), 290–307. <https://archivo.revistas.ucr.ac.cr/index.php/intersedes/article/view/49852/51731>
- Fretel, O. (2022). *El Ichu (Stipa ichu) en la bioconstrucción y su influencia en el confort térmico de viviendas de Ayapiteg, Huánuco 2022* [Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/9403>
- Fuentes, M. (2024). ¿Conoces la huella ambiental de producto? Erreese. <https://erreese.com/conoces-la-huella-ambiental-de-producto/#:~:text=La%20huella%20ambiental%20de%20producto%20>

- García, I. (2021). Análisis de la huella ecológica como indicador de sostenibilidad para los proyectos de agua potable y alcantarillado en la etapa de construcción para el distrito de Chiclayo ejecutados en el año 2019. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio institucional. https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4736/1/TL_GarciaMartinezInes.pdf
- GREEMAP. (2020 de abril de 2020). TIPOS DE TABLEROS DE MADERA: USOS, PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS. <https://greemap.es/tableros/tipos-de-tableros-de-madera/>
- GRUPO ALGONGAL. (2023). <https://bloquescando.com/paletas-paletinas-y-espatulas-para-cada-trabajo-una-herramienta/>
- Guevara Robalino, J. J. (2022). Elaboración De Bloques Tradicionales Incorporando Material Reciclado Para La Mejora Del Acondicionamiento Térmico Y Acústico En Viviendas Rurales De Ecuador. RTESIS DOCTORAL: https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259/7816/Guevara_Robalino_Jorge.pdf;jsessionid=AC517BF11CEFF6D38FEFE56F6A7950A0?sequence=1
- Gutiérrez Palma, G. (2013). FABRICACIÓN DE PLANCHAS DE TUMBADO ECOLÓGICO A PARTIR DEL USO DE LA CASCARILLA DE ARROZ. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/30515/1/D-P11820.pdf>
- Hanzhe, B. y Zidong, L. (2022). Manufacturing Process of Recycling Corn Fiber, A Low-tech Materials for Modular Construction. https://www.researchgate.net/publication/377138233_Manufacturing_Process_of_Recycling_Corn_Fiber_A_Low-tech_Materials_for_Modular_Construction
- Held, C. et al (2021). Maderas tropicales 2050: Un análisis de la oferta y la demanda futuras de maderas tropicales y su contribución a una economía sostenible. Organización Internacional de las Maderas Tropicales (ITTO). https://www.itto.int/direct/topics/topics_pdf_download/topics_id=6750&no=1&_lang=es&disp=inline

- Held, C. et al (2021). Nuevo informe: La duplicación del consumo mundial de recursos en 2050 muestra la necesidad de madera tropical sostenible. Organización Internacional de las Maderas Tropicales (ITTO). https://www.itto.int/es/news/2021/07/02/doubling_of_world_resource_consumption_by_2050_shows_need_for_sustainable_tropical_timber_new_report/
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2022). Producción de maíz amiláceo creció 25,8% y totalizó 78 mil 285 toneladas durante julio del 2022. <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-maiz-amilaceo-crecio-258-y-totalizo-78-mil-285-toneladas-durante-julio-del-2022-13924/>
- KoKosplatten zeer hard. (2006). Ecocoboard - a new material made from coconut husks. <https://www.wur.nl/en/project/ecocoboard-a-new-material-made-from-coconut-husks.htm>
- Lee, V. y Loor, L. (2024). Desarrollo de un panel aislante térmico y acústico a partir de cáscaras de huevo y almidón de maíz para la construcción. [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. Repositorio institucional. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/7195/1/T-ULVR-5465.pdf>
- Mallqui, K. (2023). *Análisis de resistencia a la flexión del concreto en pavimentos rígidos con adición de fibras de caucho reciclado. Pillco Marca, Huánuco – 2023* [Tesis de pos grado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/9479>
- Mera Ruiz, C. A., & Saavedra Murrieta, S. (2021). Uso de la ceniza de coronta de maíz como alternativa sostenible para elevar la resistencia a la compresión del concreto simple, Bellavista – 2020. Uso de la ceniza de coronta de maíz como alternativa sostenible para elevar la resistencia a la compresión del concreto simple, Bellavista – 2020. cesar vallejo, lima.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.070. <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-alba-ileria-sencico.pdf>

- Morales, E., Rocco, F., Nascimento, M. y Goncalves, R. (2007). Evaluación de Propiedades Físicas y Mecánicas de Tableros OSB Utilizando Técnica de Ensayo No Destructiva. *Revista Información Tecnológica*, 18(3): 89 – 94. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642007000300011
- Morales, J., y Ramirez, R. (2022). Influencia en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², sustituyendo cenizas de ramas de pino y coronta de maíz por cemento, Ancash-2022. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/110888>
- Moya, B. (2024). Análisis de ciclo de vida para el proceso de manufactura de tableros de fibra de densidad media (MDF) en planta Cholguán. [Tesis de pregrado, Universidad de Concepción]. Repositorio institucional. <https://repositorio.udec.cl/server/api/core/bitstreams/508041d1-5837-473d-8acc-e04e6712f379/content>
- Normadera. (2024). Manual Técnico de formación para la caracterización de madera de uso estructural. EUSKO JAURLARITZA GOBIERNO VASCO. <https://normadera.tknika.eus/es/content/propiedades-mec%C3%A1nicas.html>
- Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M., Palacios Vilela, J., & Romero Delgado, H. (2013). Metodología de la Investigación.
- Olortegui, G (2017). Fabricación De Muebles En Melamina, Grado De Titulación, Universidad. repositorio digital, LIMA. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/bba17654-11ce-4a97-b778-14c4f848a46f/content>
- Peña, O. y Roman, R. (2018). Diseño de un aislante térmico a base de fibras naturales para mitigar el impacto de las heladas en la comunidad de Cupisa. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio institucional. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625185/Pe%C3%B1a_ro.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Peña, O., Roman, R. y Quispe, G. (2018). Desarrollo de un Aislante Térmico en Base a Fibras Naturales para Mitigar el Impacto de las Heladas en las

- Viviendas de la Sierra Sur del Perú. Revista Sistemas, Cibernética e Informática, 15(1): 34 – 41.
<https://www.iiisci.org/journal/pdv/risci/pdfs/CA746UP17.pdf>
- Pérez, J., & Gardey, A. (2022). DEFINICIÓN DE RESINA.
<https://definicion.de/resina/>
- Plataformas JOIN. (2024). Recuperado el 2024, de Industria de edificios prefabricados de China - Estudio - Crecimiento, tendencias, impacto de COVID-19 y pronósticos (2023 - 2028)
:<https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/china-prefabricated-buildings-market>
- Primapress. (2020). Máquinas de prensa de un solo punto tipo pórtico de la serie JM31/JMD31 con alto rendimiento. <https://www.primapress.com/es/product/jm31-jmd31series-gantry-type-single-point-press-machines-with-high-performance/>
- Producción Agrícola Mundial. (2023). Producción Mundial de Maíz 2023/2024.
<http://www.produccionagricolamundial.com/cultivos/maiz.aspx>
- RCR Red de Comunicaciones Regional. (2022). ECO PLANCHAS RCC ES UNA DE LAS 10 EMPRESAS FINALISTAS DE PERUMIN INSPIRA 2022. <https://www.rcrperu.com/eco-planchas-rcc-es-una-de-las-10-empresas-finalistas-de-perumin-inspira-2022/>
- Redacción RPP. (2019). <https://rpp.pe/campanas/contenido-patrocinado/los-oceanos-nos-necesitan-aprende-sobre-las-3r-del-consumo-responsable-noticia-1183382>
- Rojas, A. y Pineda, M. (2024). Paneles termo textiles para disminuir la sensación térmica de los hogares de la zona Oasis de Villa El Salvador. [Tesis de pregrado, Escuela De Educación Superior Tecnológica Privada Toulouse Lautrec]. Repositorio institucional.
<https://repositorio.tls.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12826/1193/Tesis%20-%20Paneles%20termo%20textiles%20para%20disminuir....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saldarriaga, S. (2018). Uso de residuos sólidos reciclables para el confort térmico aplicado al diseño de un museo infantil en la ciudad de Trujillo.

- <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13368/Saldarriaga%20Guerrero%20Sheila%20Noheli%20-%20parcial.pdf?sequence=4>
STAMTEC. (2023). Prensa de 2 puntos de lados rectos.
<https://www.stamtec.com/es/serie-s2-prensas-de-lado-recto-de-2-puntos>
- Statista. (2021). <https://es.statista.com/estadisticas/635970/volumen-de-papel-y-carton-reciclado-en-los-estados-unidos/>
- Tasambay, E. (2024). Propuesta de tablero aislante con fibras naturales de totora y cabuya [Tesis para optar el título de arquitecto, Universidad de Cuenca]. Repositorio Ucuena.
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/44401>
- Torres, A. y Humalla, J. (2023). *Elaboración de paneles termoaislantes a partir de fibras de Stipa ichu y fibras de celulosa para mejorar el confort térmico en viviendas de la región de Puno*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio institucional.
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/20541>
- Vílchez, G., y Vilchez, R. (2019). Diseño De Concreto Con Adición De Fibras Secas De Maíz Para Habilitaciones En El Distrito De Villa María Del Triunfo Año 2019.
https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2602/T030_73655767_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Zamudio, C. (2023). Los asombrosos usos que puedes darle a la coronta del maíz. <https://mag.elcomercio.pe/respuestas/trucos-caseros-increibles-usos-que-puedes-darle-coronta-maiz-hogar-hacks-nndamn-noticia/>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Malpartida Miraval, K. (2026). *Planchas a base de corontas de maíz en el distrito de Santa María del Valle – Huánuco, 2024*. [Tesis de pregrado, universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. url: <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
		General		
PG: ¿Cuáles deben ser las características óptimas de las planchas a base corontas de maíz en el distrito de Santa María del Valle, Huánuco - 2023?	OG: Identificar las características óptimas de las planchas a base de corontas de maíz en el distrito de Santa María del Valle, Huánuco - 2023.	Hi: Las planchas obtenidas a partir de corontas de maíz tienen características óptimas para el uso en construcción y muebles. H0: Las planchas obtenidas a partir de corontas de maíz no tienen características óptimas para el uso en construcción y muebles.		Tipo de investigación: Aplicada Nivel de investigación: Descriptivo Diseño de investigación: Experimental
		Específicos		
PE1: ¿Cuáles son las propiedades de resistencia mecánica de las planchas elaboradas a base de coronta de maíz en el distrito de Santa María del Valle, Huánuco – 2023?	OE1: Determinar las propiedades de resistencia mecánica de las planchas elaboradas a base de coronta de maíz en el distrito de Santa María del Valle, Huánuco – 2023.	Hi1: Las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz presentan parámetros de resistencia mecánica dentro de los valores requeridos por la normativa técnica correspondiente. H01: Las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz no presentan parámetros de resistencia mecánica dentro de los valores requeridos por la normativa técnica correspondiente.	Planchas a base de corontas de maíz D1: Resistencia mecánica D2: Resistencia Térmica D3: Huella ecológica	Técnica de recolección de datos: Ficha de recolección de datos, Cuestionario. Población y Muestra: -Compuesta por las Planchas de corontas de maíz de 15 y 18 milímetros Muestra: -112 productores de maíz -Ecoplanchas según su espesor: De 15 milímetros y 18 milímetros también en el mismo formato.
PE2: ¿Cuál es la resistencia térmica de las planchas elaboradas a base de coronta de maíz en el distrito de Santa María del Valle, Huánuco – 2023?	OE2: Analizar la resistencia térmica de las planchas elaboradas a base de coronta de maíz en el distrito de Santa María del Valle, Huánuco – 2023.	Hi2: Las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz presentan resistencia térmica adecuada para su uso en aplicaciones de construcción. H02: Las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz no presentan resistencia térmica adecuada para su uso en aplicaciones de construcción.		
PE3: ¿Cuál es la huella ecológica generada por las planchas elaboradas a base de coronta de maíz en el distrito de	OE3: Identificar la huella ecológica de las planchas elaboradas a base de coronta de maíz en el distrito de	Hi3: Las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz generan una huella ecológica favorable en comparación con materiales convencionales. H03: Las planchas elaboradas a partir de corontas de maíz no generan una huella ecológica favorable en comparación con materiales convencionales.		

ANEXO 2

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Alternativa	Ficha de revisión documental					D3	D4	D5			
	D1	D2	D3	D4	D5						
	Resistencia a la Compresión	Resistencia a la Flexión	Resistencia a la Tracción	Conductividad térmica	Resistencia a la difusión del vapor de agua (μ)	Consumo de agua	Desechos durante su producción	Biodegradable	Costo Energético de producción (MJ/kg)	Disponibilidad en la zona	Precio estimado en la zona
ECOPLANCHAS 15 mm					-						
ECOPLANCHAS 18 mm					-						
Tableros MDF (Biberos, et al, 2019)											
Tableros MDP (Biberos, et al, 2019)											
Tableros OBS (Morales et al., 2007)											
Planchas de fibra de coco (Espinoza, 2022)											
Paneles termoaislantes de fibra de ichu y fibras de celulosa (Torres y Humalla, 2023)											
Panel a base de papel y viruta (Calle, 2021)											
Paneles hoja de plátano y cascarilla de arroz (Carrasco y Peña, 2023)											
Paneles termotextiles (Rojas y Pineda, 2024)											
Paneles Paja Toquilla (Chalén, 2018)											
Paneles de cascara de huevo y almidón de maíz (Lee y Loor, 2024)											
Planchas Agrofibra (Peña, et al., 2018)											

CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES DE MAÍZ

Estimado encuestado, se le agradece su participación en la investigación titulada: Planchas a base de corontas de maíz en el distrito de Santa María del Valle – Huánuco, 2023.

Por favor rellenar la ficha acorde a su opinión y experiencia, evitando manipular la información, dado que se cuenta con su confiabilidad.

Marque con una X la casilla que considere correcta:

N°	ITEMS	NO	SI	Observación
1.	Ha recibido asesorías sobre métodos sostenibles para el manejo de desechos agrícolas, como las corontas de maíz.	1	2	
2.	Existen productos o subproductos que actualmente obtenga de las corontas de maíz (como alimento animal, fibras, etc.)	1	2	
3.	Conoce iniciativas o programas de cooperación que promuevan el reciclaje o la transformación de los desechos agrícolas, como las corontas de maíz, en su región	1	2	
4.	Evalúa el impacto ambiental de sus prácticas actuales en el manejo de corontas de maíz y cómo influye esto en la sostenibilidad de su producción	1	2	
5.	Estaría interesado en implementar medidas innovadoras para el tratamiento de las corontas de maíz que contribuyen a mejorar la calidad de vida de la población	1	2	
6.	Ha tenido dificultades para acceder a materiales de construcción económicos para protegerse del friaje	1	2	
7.	Utiliza materiales reciclados o sostenibles en la construcción o reforzamiento de sus viviendas	1	2	
8.	La falta de materiales de construcción adecuados ha afectado negativamente la salud de su familia o comunidad durante las temporadas de frío intenso	1	2	
9.	Ha probado métodos tradicionales o alternativos de aislamiento térmico para mantener el calor en su vivienda durante el friaje	1	2	
10.	Estaría dispuesto a adquirir materiales producidos en su localidad para mejorar la protección de su vivienda contra el friaje	1	2	
PUNTAJE				

ANEXO 3

PROCESO DE ELABORACIÓN DE MUESTRAS

Figura 38

Mezcla de insumos según mezcla óptima



Figura 39

Trituración manual de mezcla óptima



Figura 40

Mezcla de insumos según proporción de 15mm y 18 mm



Figura 41

Ensayos en laboratorio para pruebas de resistencia en muestra M-01



Figura 42

Ensayos en laboratorio para pruebas de resistencia en muestra M-02



ANEXO 4

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA

Figura 43

Ensayos de resistencia a la compresión simple MC-01, Esfuerzo – Deformación



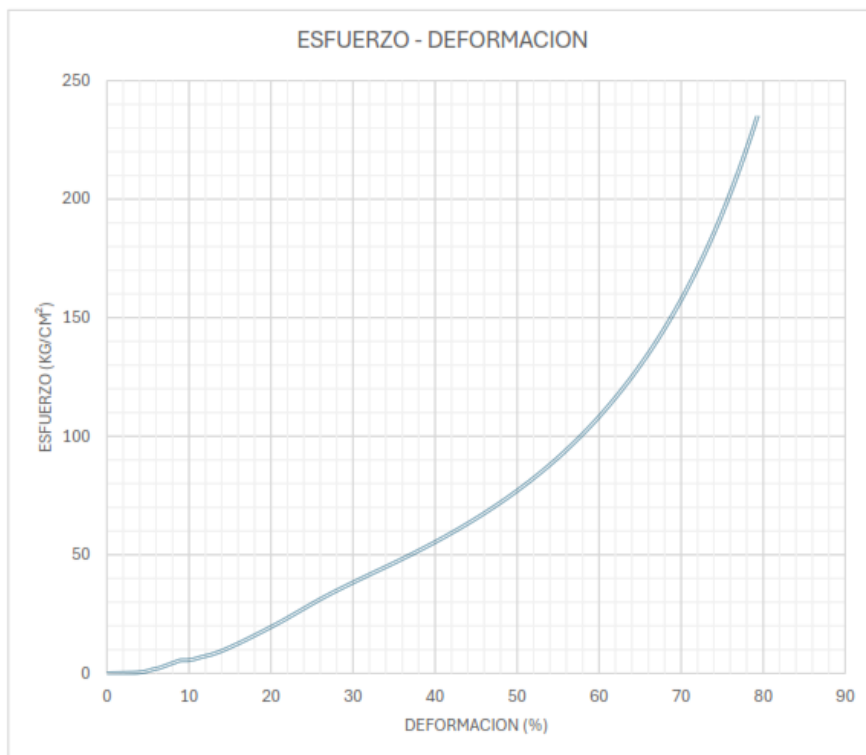
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZAN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE ESTRUCTURAS



ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE

SOLICITANTE : KINDER
 FECHA DE ENSAYO : 23/06/2025 ESPECIMEN : MC-01

I.- PARAMETROS INICIALES			
MATERIAL	FIBRA DE CORONTAS DE MAIZ		
FORMA	Circunferencia	L. INICIAL (Lo)	16.00 mm
TAMAÑO	14.9 cm	AREA	98.52 cm ²
II.- RESULTADOS DE ENSAYO			
Fbc	23165.09 Kgf	Lu	3.31 mm
Rbc	235.13 Kg/cm ²	E	1.12 Kg/cm ²



ROBIN ALFREDO VIGO ROJAS
 Ingeniero Civil
 Especialista FIC - INEVAL

Said B. Verdi Chahua
 Tec. Lab. De Estructuras

Figura 44

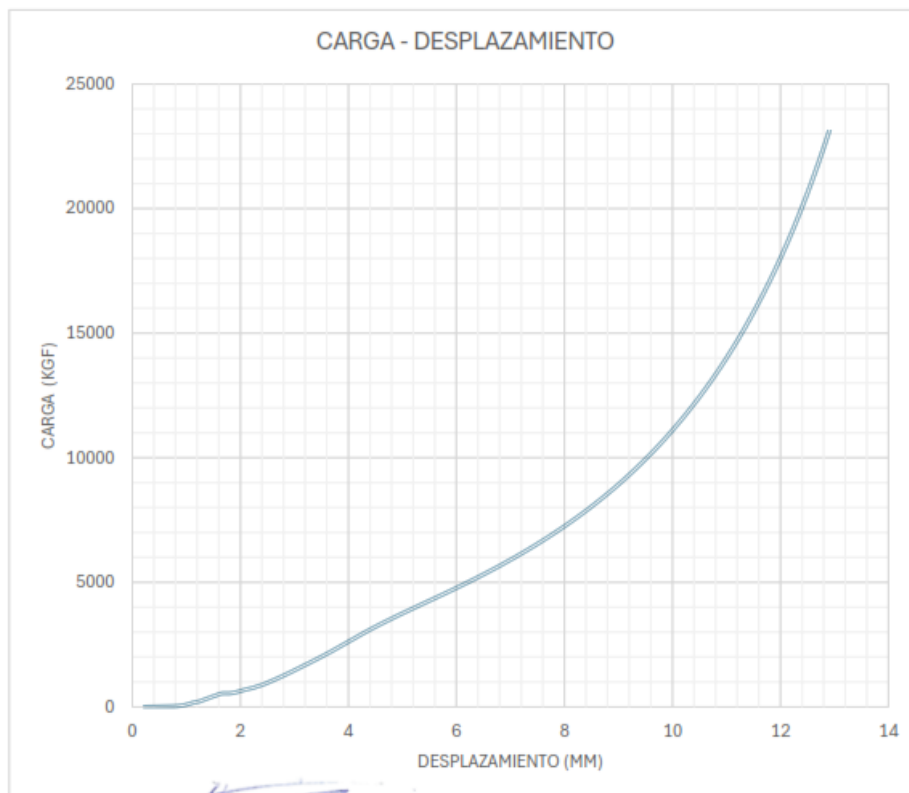
Ensayos de resistencia a la compresión simple MC-01, Carga – desplazamiento



ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE

SOLICITANTE : KINDER
 FECHA DE ENSAYO : 23/06/2025 ESPECIMEN : MC-01

I.- PARAMETROS INICIALES			
MATERIAL	FIBRA DE CORONTAS DE MAIZ		
FORMA	Circunferencia	L. INICIAL (Lo)	16.00 mm
TAMANO	14.9 cm	AREA	98.52 cm ²
II.- RESULTADOS DE ENSAYO			
Fbc	23165.09 Kgf	Lu	3.31 mm
Rbc	235.13 Kg/cm ²	E	1.12 Kg/cm ²



[Signature]
ROBIN ALFREDO VIGO ROJAS
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP N° 264235
 Especialista FICA - UNHEVAL

[Signature]
Said B. Verdi Chahua
 Tec. Lab. De Estructuras

Figura 45

Ensayos de resistencia a la compresión simple MC-01, Esfuerzo – Tiempo



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

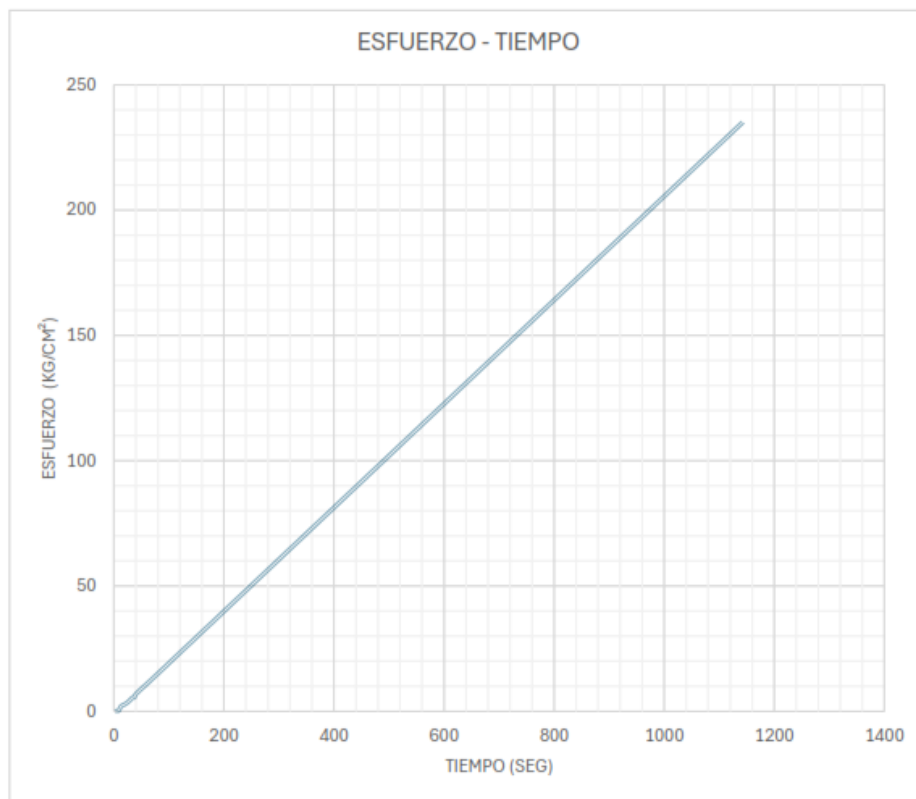
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS



ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE

SOLICITANTE : KINDER
 FECHA DE ENSAYO : 23/06/2025 ESPECIMEN : MC-01

I.- PARAMETROS INICIALES			
MATERIAL	FIBRA DE CORONTAS DE MAIZ		
FORMA	Circunferencia	L. INICIAL (Lo)	16.00 mm
TAMAÑO	14.9 cm	AREA	98.52 cm ²
II.- RESULTADOS DE ENSAYO			
Fbc	23165.09 Kgf	Lu	3.31 mm
Rbc	235.13 Kg/cm ²	E	1.12 Kg/cm ²



[Signature]
 ROSIN ALFREDO VIGO ROJA
 Ingeniero Civil
 Especialista FGA UNHEVAL

[Signature]
 Sald B. Verdi Chahua
 Tec. Lab. De Estructuras

Figura 46

Ensayos de resistencia a la compresión simple MC-02, Esfuerzo – Deformación



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMINIO VALDIZÁN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

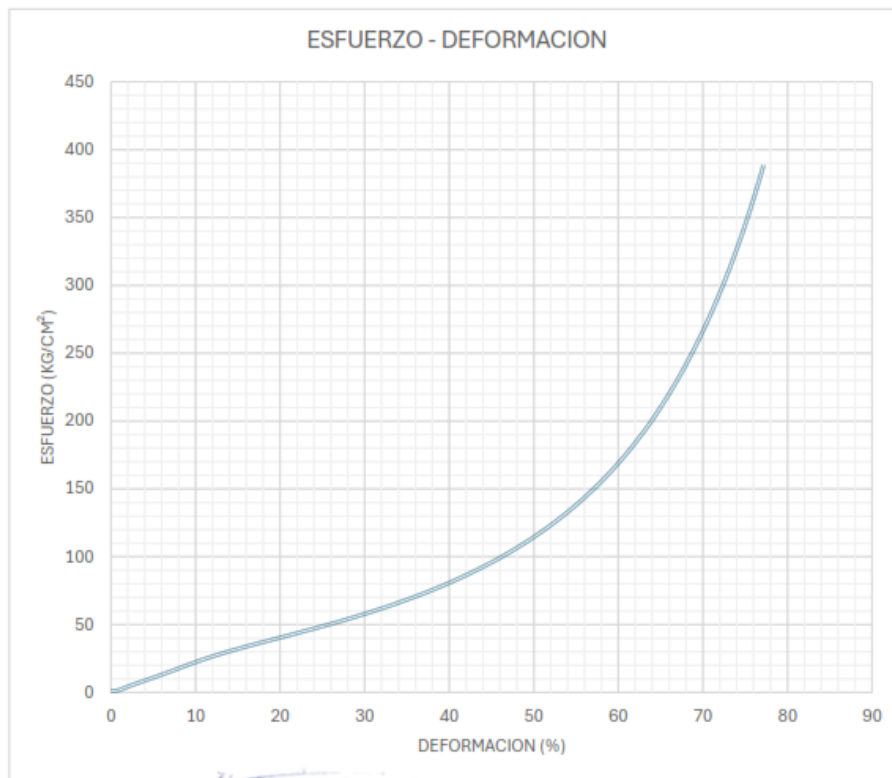
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS



ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE

SOLICITANTE : KINDER
 FECHA DE ENSAYO : 23/06/2025 ESPECIMEN : MC-02

I.- PARAMETROS INICIALES			
MATERIAL	FIBRA DE CORONTAS DE MAIZ		
FORMA	Circunferencia	L. INICIAL (Lo)	16.00 mm
TAMAÑO	11.2 cm	AREA	98.52 cm ²
II.- RESULTADOS DE ENSAYO			
Fbc	38297.47 Kgf	Lu	3.65 mm
Rbc	388.73 Kg/cm ²	E	2.35 Kg/cm ²



[Signature]
ROBIN ALFREDO VIGO ROJAS
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP N° 25444
 Especialista FICA - UNHEVAL



[Signature]
Said B. Verdi Chahua
 Tec. Lab. De Estructuras

Figura 47

Ensayos de resistencia a la compresión simple MC-02, Carga – desplazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

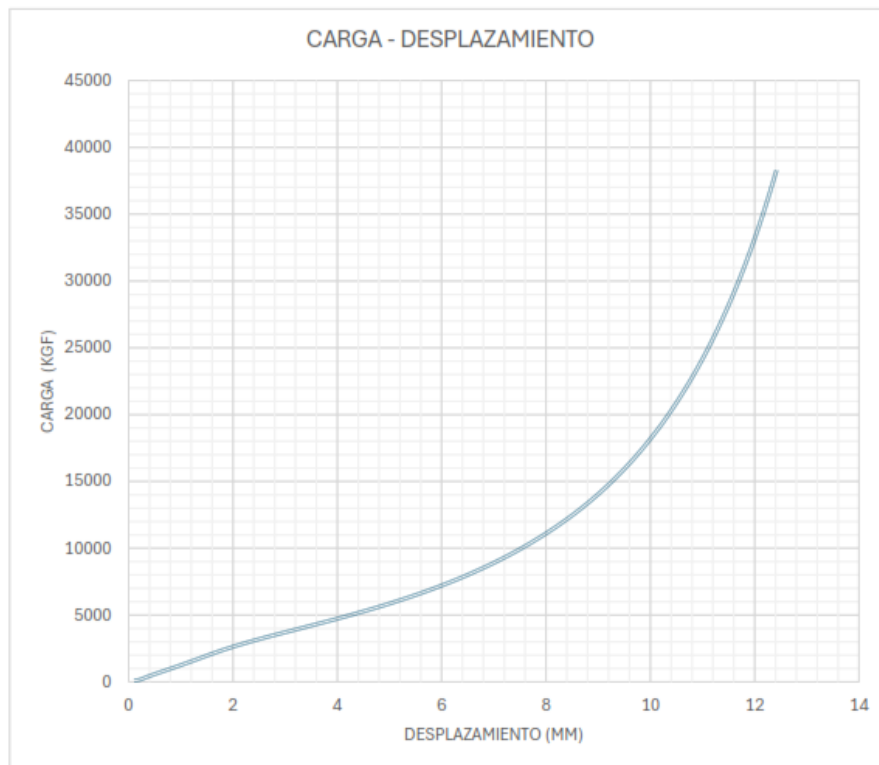
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS



ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE

SOLICITANTE : KINDER
 FECHA DE ENSAYO : 23/06/2025 ESPECIMEN : MC-01

I.- PARAMETROS INICIALES			
MATERIAL	FIBRA DE CORONTAS DE MAIZ		
FORMA	Circunferencia	L. INICIAL (Lo)	16.00 mm
TAMAÑO	11.2 cm	AREA	98.52 cm ²
II.- RESULTADOS DE ENSAYO			
Fbc	38297.47 Kgf	Lu	3.65 mm
Rbc	388.73 Kg/cm ²	E	2.35 Kg/cm ²



[Signature]
 EXPEDIENTE TECNICA RUNHEVAL
 Ingeniero Civil
 Reg CIP N° 264236

[Signature]
 Saúl B. Veral Chahua
 Tec. Lab. De Estructuras

Figura 48

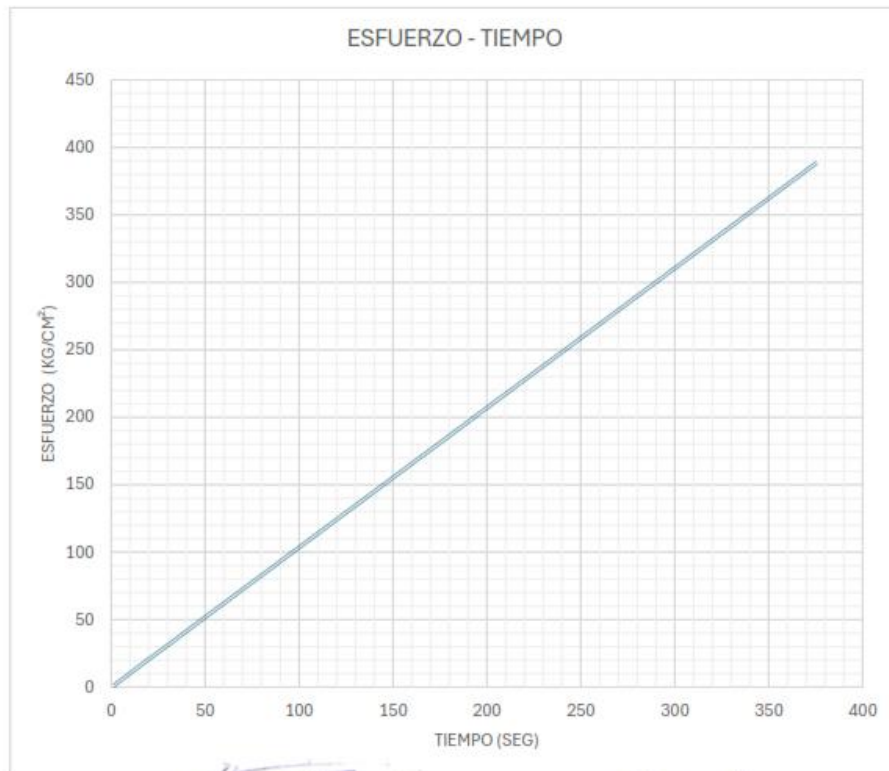
Ensayos de resistencia a la compresión simple MC-02, Esfuerzo – Tiempo



ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE

SOLICITANTE : KINDER
 FECHA DE ENSAYO : 23/06/2025 ESPECIMEN : MC-02

I.- PARAMETROS INICIALES			
MATERIAL	FIBRA DE CORONTAS DE MAIZ		
FORMA	Circunferencia	L. INICIAL (Lo)	16.00 mm
TAMAÑO	11.2 cm	AREA	98.52 cm ²
II.- RESULTADOS DE ENSAYO			
Fbc	38297.47 Kgf	Lu	3.65 mm
Rbc	388.73 Kg/cm ²	E	2.35 Kg/cm ²



[Signature]
ROBIN ALFREDO VIGO ROJAS
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP N° 26423
 Especialista FICA - UNHEVAL

[Signature]
Said B. Verdi Chahua
 Tec. Lab. De Estructuras

Figura 49

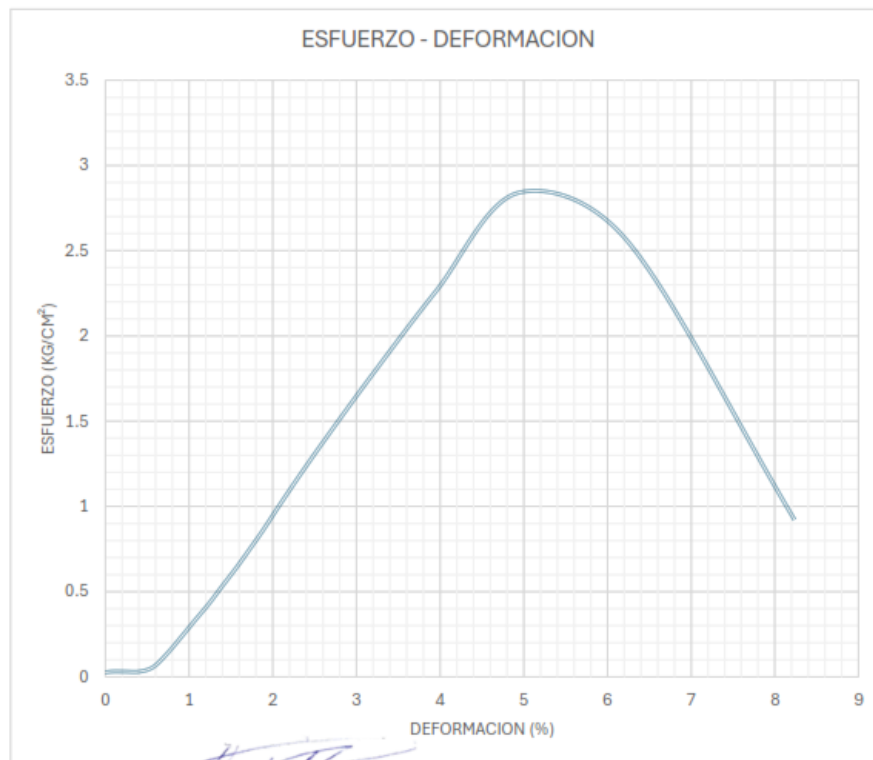
Ensayos de resistencia a la flexión MF-01, Esfuerzo – Deformación



ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXION (3 PUNTOS)

SOLICITANTE : KINDER
 FECHA DE ENSAYO : 23/06/2025 ESPECIMEN : MF-01

I.- PARAMETROS INICIALES			
MATERIAL	FIBRA DE CORONTAS DE MAIZ		
FORMA	Plano	L. INICIAL (Lo)	150.00 mm
TAMANO	140*16	AREA	22.40 cm ²
II.- RESULTADOS DE ENSAYO			
Fbc	45.89 Kgf	Y	4.12 mm
Rbc	163.00 Kg/cm ²	E	0.00 Kg/cm ²



[Signature]
ROBIN ALFREDO VIGO ROJAS
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP N° 264235
 Especialista FICA - UNHEVAL

[Signature]
Said B. Verdí Chahua
 Ing. Civil
 Lab. De Estructuras

Figura 50

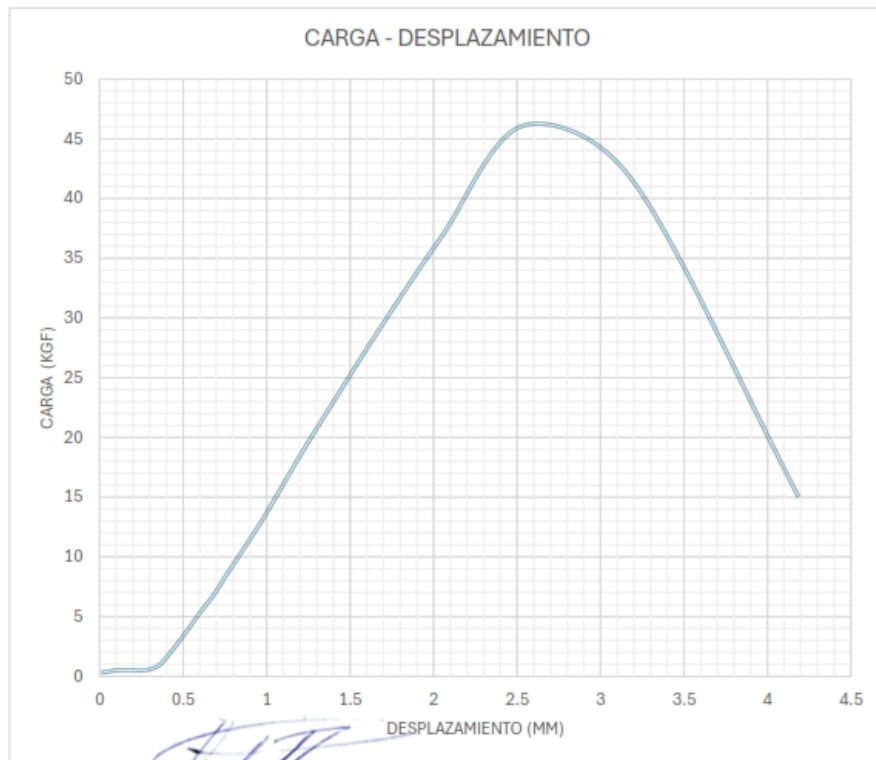
Ensayos de resistencia a la flexión MF-01, Carga – desplazamiento



ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXION (3 PUNTOS)

SOLICITANTE : KINDER
 FECHA DE ENSAYO : 23/06/2025 ESPECIMEN : MF-01

I.- PARAMETROS INICIALES			
MATERIAL	FIBRA DE CORONTAS DE MAIZ		
FORMA	Plano	L. INICIAL (Lo)	150.00 mm
TAMANO	140*16	AREA	22.40 cm ²
II.- RESULTADOS DE ENSAYO			
Fbc	45.89 Kgf	Y	4.12 mm
Rbc	163.00 Kg/cm ²	E	0.00 Kg/cm ²



[Signature]
ROBIN ALFREDO VIGO ROJAS
 Ingeniero Civil
 Reg CIP N° 264235

Especialista FICA - UNHEVAL

[Signature]
Said B. Verdí Chahua
 Tec. Lab. De Estructuras

Figura 51

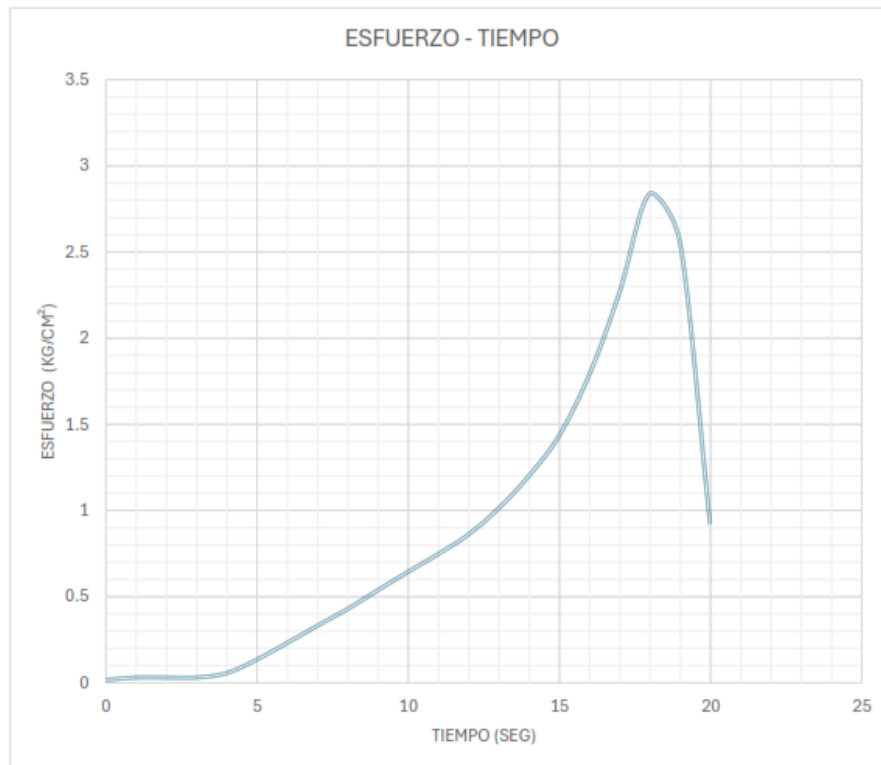
Ensayos de resistencia a la flexión MF-01, Esfuerzo – Tiempo



ENSAYO DE RESISTENCIA ALA FLEXION (3 PUNTOS)

SOLICITANTE : KINDER
 FECHA DE ENSAYO : 23/06/2025 ESPECIMEN : MF-01

I.- PARAMETROS INICIALES			
MATERIAL	FIBRA DE CORONTAS DE MAIZ		
FORMA	Plano	L. INICIAL (Lo)	150.00 mm
TAMAÑO	140*16	AREA	22.40 cm ²
II.- RESULTADOS DE ENSAYO			
Fbc	0.45 Kgf	Y	4.12 mm
Rbc	5.00 Kg/cm ²	E	0.00 Kg/cm ²



[Signature]
 ROBIN ALFREDO VICO ROJAS
 Especialista FICA UNHEVAL
 Reg CIP N° 264235

[Signature]
 Said B. Verdi Chahua
 Tec. Lab. De Estructuras

Figura 52

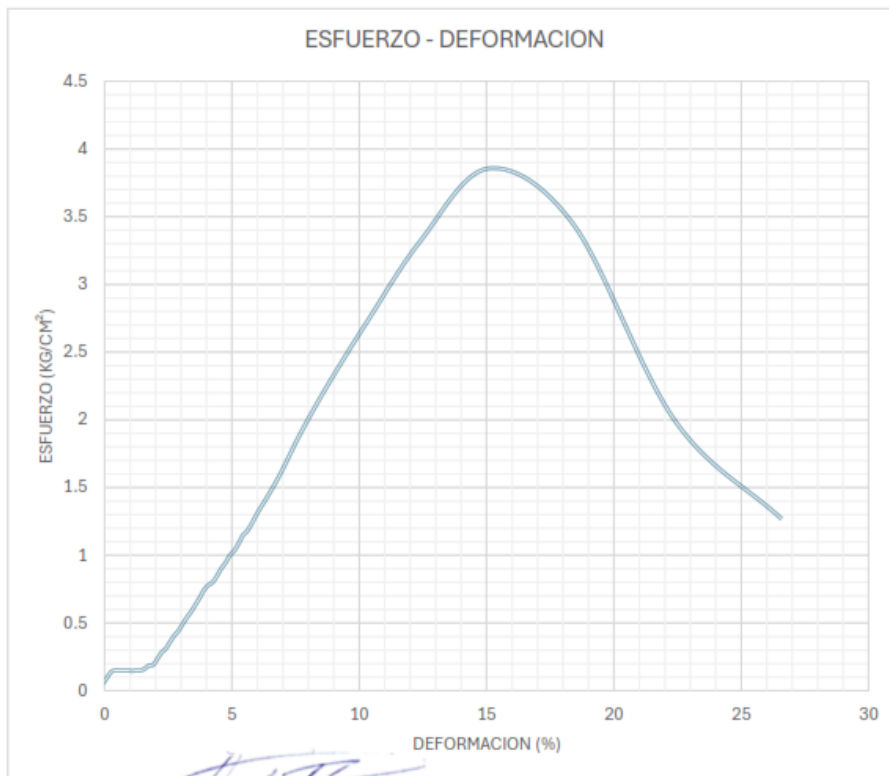
Ensayos de resistencia a la flexión MF-02, Esfuerzo – Deformación



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION (3 PUNTOS)

SOLICITANTE : KINDER
 FECHA DE ENSAYO : 23/06/2025 ESPECIMEN : MF-01

I.- PARAMETROS INICIALES			
MATERIAL	FIBRA DE CORONTAS DE MAIZ		
FORMA	Plano	L. INICIAL (Lo)	150.00 mm
TAMAÑO	140*16	AREA	22.40 cm ²
II.- RESULTADOS DE ENSAYO			
Fbc	45.89 Kgf	Y	13.29 mm
Rbc	162.98 Kg/cm ²	E	0.00 Kg/cm ²



[Signature]
ROBIN ALFREDO VIGO ROJA
 Ingeniero Civil
 Reg CIP N° 264236
 Especialista FICA - UNHEVAL

[Signature]
Said B. Verdi Chahua
 Ing. Lab. De Estructuras
 HUÁNCICO

Figura 53

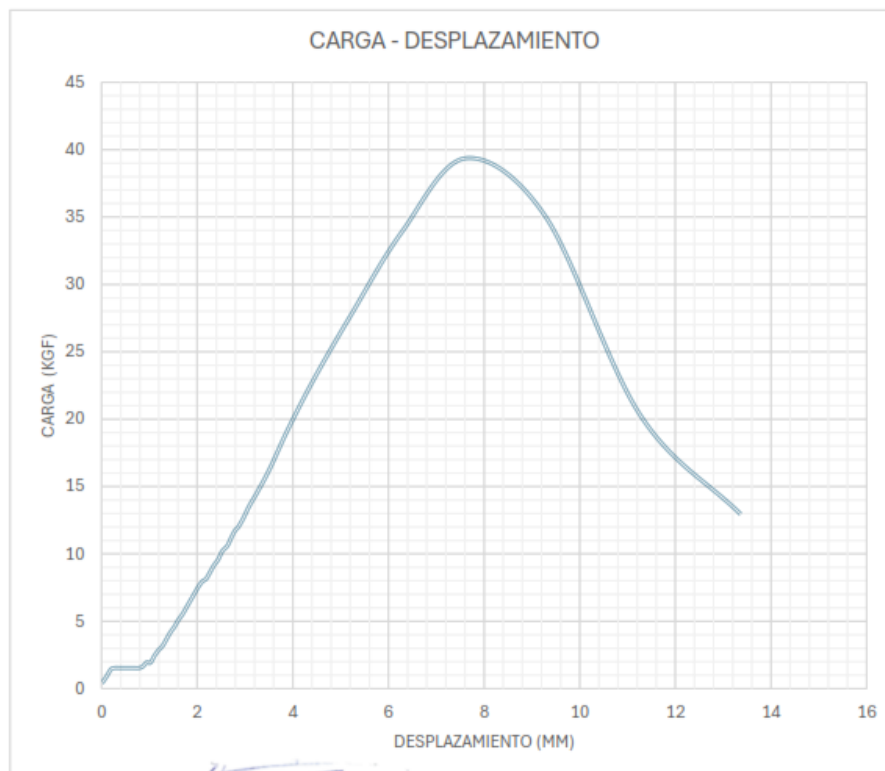
Ensayos de resistencia a la flexión MF-02, Carga – desplazamiento



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION (3 PUNTOS)

SOLICITANTE : KINDER
 FECHA DE ENSAYO : 23/06/2025 ESPECIMEN : MF-01

I.- PARAMETROS INICIALES			
MATERIAL	FIBRA DE CORONTAS DE MAIZ		
FORMA	Plano	L. INICIAL (Lo)	150.00 mm
TAMANO	140*16	AREA	22.40 cm ²
II.- RESULTADOS DE ENSAYO			
Fbc	45.89 Kgf	Y	13.29 mm
Rbc	162.98 Kg/cm ²	E	0.00 Kg/cm ²



[Signature]
ROBIN ALFREDO VIGO ROJAS
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 284235
 Especialista FICA - UNHEVAL

[Signature]
Dr. B. Verónica Chahua
 Tco. Lab. De Estructuras

Figura 54

Ensayos de resistencia a la flexión MF-02, Esfuerzo – Tiempo



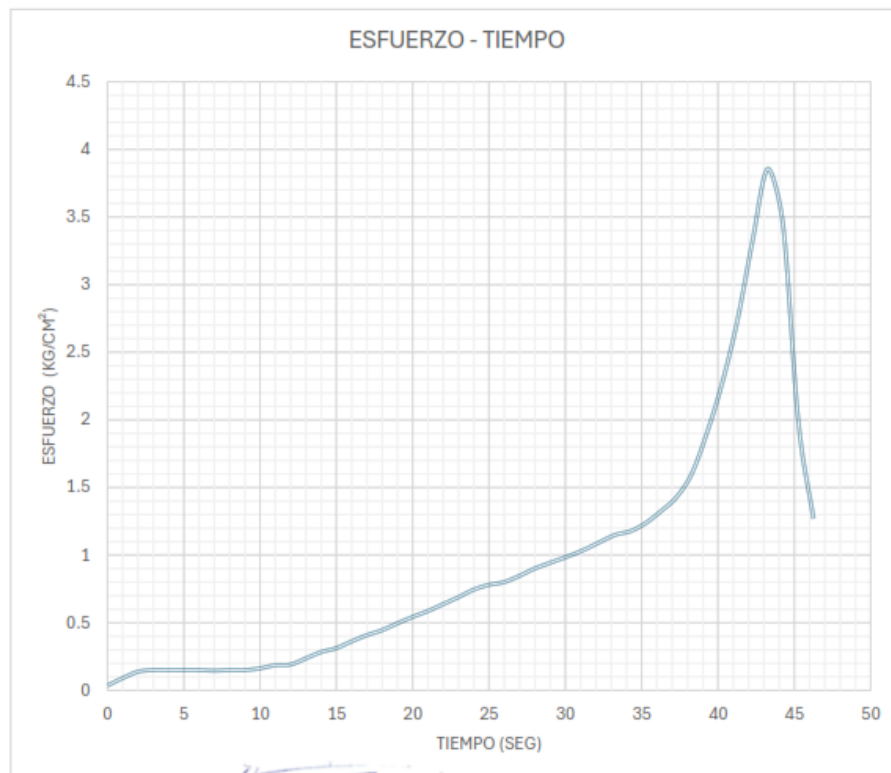
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMINIO VALDIZÁN
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE ESTRUCTURAS



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION (3 PUNTOS)

SOLICITANTE : KINDER
 FECHA DE ENSAYO : 23/06/2025 ESPECIMEN : MF-01

I.- PARAMETROS INICIALES			
MATERIAL	FIBRA DE CORONTAS DE MAIZ		
FORMA	Plano	L. INICIAL (Lo)	150.00 mm
TAMAÑO	140*16	AREA	22.40 cm ²
II.- RESULTADOS DE ENSAYO			
Fbc	0.45 Kg _f	Y	13.29 mm
Rbc	5.00 Kg/cm ²	E	0.00 Kg/cm ²



[Signature]
ROBIN ALFREDO VIGO ROJAS
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP N° 284230
 Especialista FICA - UNHEVAL

[Signature]
Said B. Verdi Chahua
 Ing. Civil
 Tec. Lab. De Estructuras

Figura 55

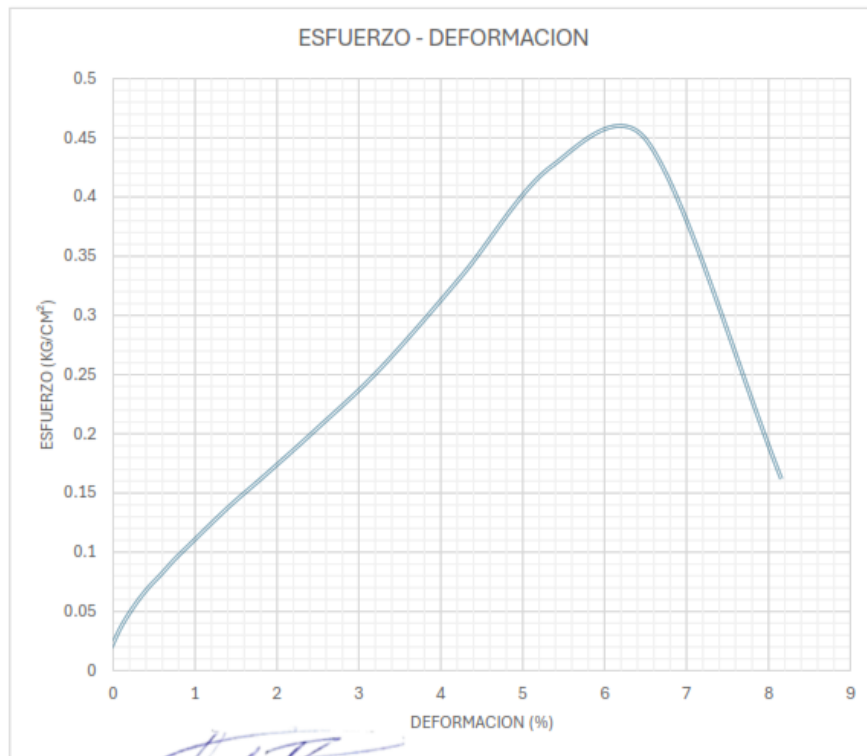
Ensayos de resistencia a la tracción MT-02, Esfuerzo – Deformación



ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION

SOLICITANTE : KINDER
 FECHA DE ENSAYO : 23/06/2025 ESPECIMEN : MT-01

I.- PARAMETROS INICIALES			
MATERIAL	FIBRA DE CORONTAS DE MAIZ		
FORMA	Plano	L. INICIAL (Lo)	100.00 mm
TAMANO	100*16	AREA	16.00 cm ²
II.- RESULTADOS DE ENSAYO			
Fbc	73.01 Kgf	Lu	104.08 mm
Rbc	0.45 Kg/cm ²	E	0.00 Kg/cm ²



[Signature]
ROBIN ALFREDO VIGO ROJA
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 264236
 Especialista FICA - UNHEVAL

[Signature]
Said B. Verdú Chahua
 Tec. Lab. DE Estructuras

Figura 56

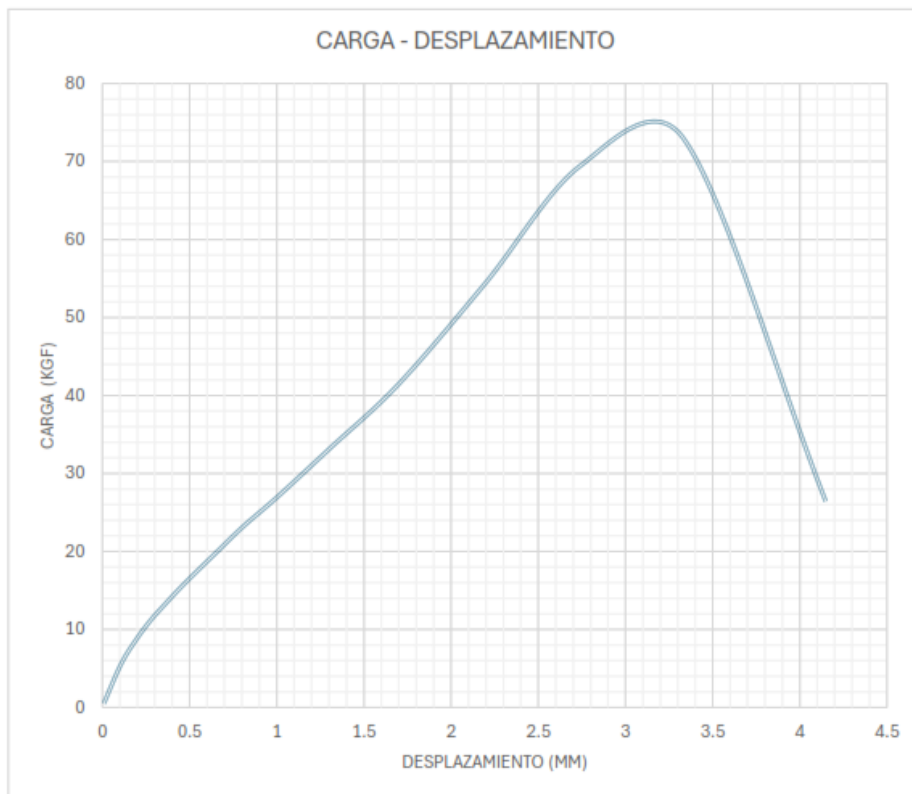
Ensayos de resistencia a la tracción MT-02, Carga – desplazamiento



ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION

SOLICITANTE : KINDER
 FECHA DE ENSAYO : 23/06/2025 ESPECIMEN : MT-01

I.- PARAMETROS INICIALES			
MATERIAL	FIBRA DE CORONTAS DE MAIZ		
FORMA	Plano	L. INICIAL (Lo)	100.00 mm
TAMANO	100*16	AREA	16.00 cm ²
II.- RESULTADOS DE ENSAYO			
Fbc	73.01 Kgf	Lu	104.08 mm
Rbc	0.45 Kg/cm ²	E	0.00 Kg/cm ²



[Signature]
 ESPERANZA PLOA-DIÑEVAL
 Ingeniero Civil
 Reg CIP N° 264235

[Signature]
 Sajid B. Verdi Chahua
 Tec. Lab. De Estructuras

Figura 57

Ensayos de resistencia a la tracción MT-02, Esfuerzo – Tiempo



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

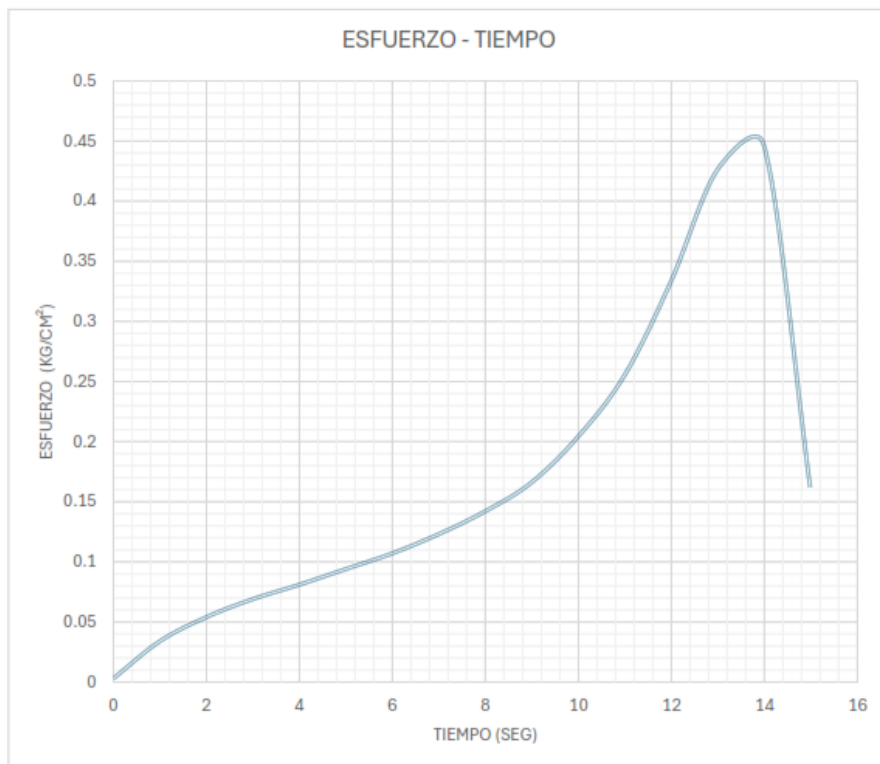
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS



ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION

SOLICITANTE : KINDER
 FECHA DE ENSAYO : 23/06/2025 ESPECIMEN : MT-01

I.- PARAMETROS INICIALES			
MATERIAL	FIBRA DE CORONTAS DE MAIZ		
FORMA	Plano	L. INICIAL (Lo)	100.00 mm
TAMANO	100*16	AREA	16.00 cm ²
II.- RESULTADOS DE ENSAYO			
Fbc	0.00 Kgf	Lu	104.08 mm
Rbc	0.45 Kg/cm ²	E	0.00 Kg/cm ²



[Signature]
 Esdras ARREDONDO JIMENEZ
 Ingeniero Civil
 Reg CIP N° 264235

[Signature]
 Sergio B. Verdú Chahua
 Tes. Lab. De Estructuras

Figura 58

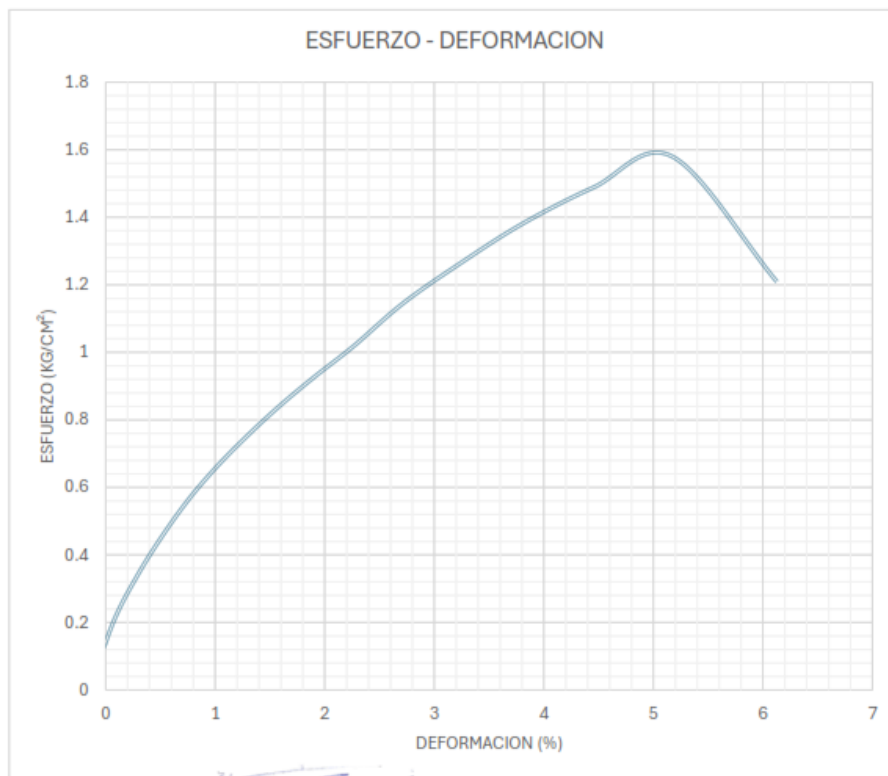
Ensayos de resistencia a la tracción MT-02, Esfuerzo – Deformación



ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION

SOLICITANTE : KINDER
 FECHA DE ENSAYO : 23/06/2025 ESPECIMEN : MT-02

I.- PARAMETROS INICIALES			
MATERIAL	FIBRA DE CORONTAS DE MAIZ		
FORMA	Plano	L. INICIAL (Lo)	100.00 mm
TAMANO	100*16	AREA	16.00 cm ²
II.- RESULTADOS DE ENSAYO			
Fbc	257.88 Kgf	Lu	103.06 mm
Rbc	1.58 Kg/cm ²	E	0.00 Kg/cm ²



[Signature]
 ROBIN ALFREDO VIGO ROJA
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 264235
 Especialista FICA - UNHEVAL

[Signature]
 Said B. Venti Chahua
 Tec. Lab. De Estructuras
 MANAICO

Figura 59

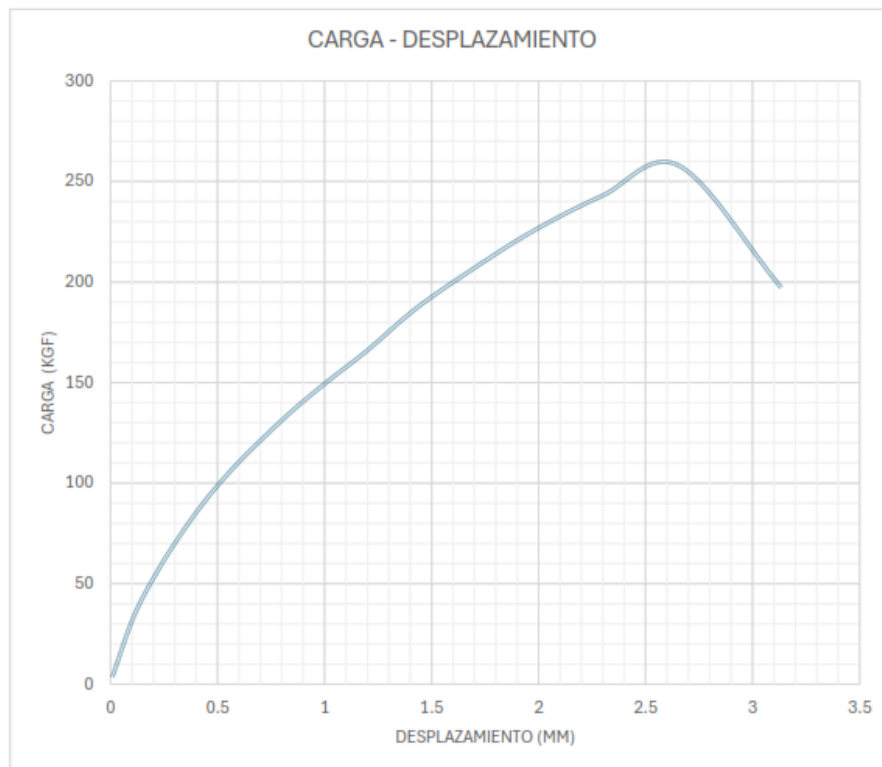
Ensayos de resistencia a la tracción MT-02, Carga – desplazamiento



ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION

SOLICITANTE : KINDER
 FECHA DE ENSAYO : 23/06/2025 ESPECIMEN : MT-02

I.- PARAMETROS INICIALES			
MATERIAL	FIBRA DE CORONTAS DE MAIZ		
FORMA	Plano	L INICIAL (Lo)	100.00 mm
TAMANO	100*16	AREA	16.00 cm ²
II.- RESULTADOS DE ENSAYO			
Fbc	257.88 Kgf	Lu	103.06 mm
Rbc	1.58 Kg/cm ²	E	0.00 Kg/cm ²



[Signature]
 ROYAL ALFREDO VICO ROSA
 Especialista PICA-UNHEVAL
 Reg CIP N° 264235

[Signature]
 SAUL B. VERDI CHAHUA
 Tec. Lab. De Estructuras

Figura 60

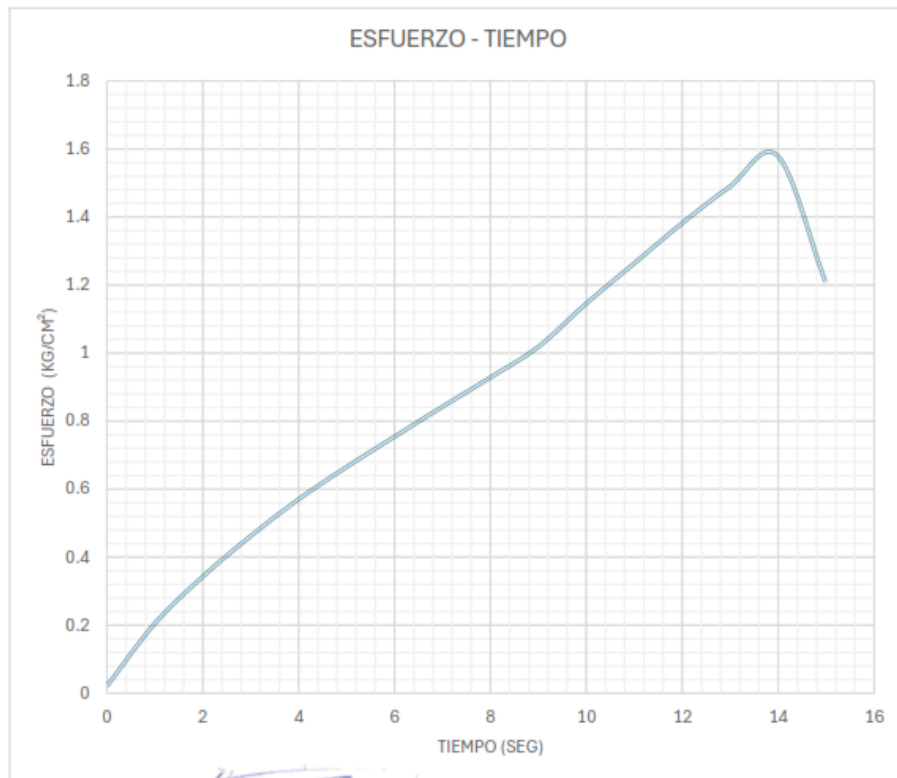
Ensayos de resistencia a la tracción MT-02, Esfuerzo – Tiempo



ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION

SOLICITANTE : KINDER
 FECHA DE ENSAYO : 23/06/2025 ESPECIMEN : MT-02

I.- PARAMETROS INICIALES			
MATERIAL	FIBRA DE CORONTAS DE MAIZ		
FORMA	Plano	L. INICIAL (Lo)	100.00 mm
TAMAÑO	100*16	AREA	16.00 cm ²
II.- RESULTADOS DE ENSAYO			
Fbc	0.00 Kgf	Lu	103.06 mm
Rbc	1.58 Kg/cm ²	E	0.00 Kg/cm ²



[Signature]
ROBIN ALFREDO VIGO ROJAS
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP N° 264236
 Especialista FICA - UNHEVAL

[Signature]
Said B. Verdi Chahua
 Ing. Lab. De Estructuras