

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Análisis de la resistencia a la flexión de madera blanca
(Schizolobium Parahyba) reforzado con mallas de alambre,
Huánuco - 2024”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Rojas Morales, Luis Armando

ASESOR: Aguilar Alcantara, Leonel Marlo

HUÁNUCO – PERÚ

2026

U

D

H

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 75724165

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 43415813

Grado/Título: Maestro en ingeniería civil con
mención en dirección de empresas de la
construcción.

Código ORCID: 0000-0002-0877-5922

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Suarez Landauro, Reynaldo Favio	Maestro en gestión pública	22498065	0000-0002-4641-3797
2	Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda	Máster en dirección de proyectos	73645168	0009-0001-0745-5433
3	Zacarias Ventura, Hector Raul	Doctor en ciencias de la educación	22515329	0000-0002-7210-5675



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:30 horas del día **viernes 22 de mayo de 2026**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

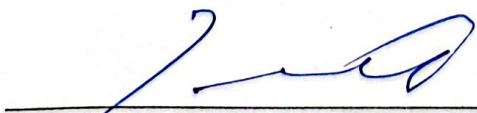
❖ MG. REYNALDO FAVIO SUAREZ LANDAURO	PRESIDENTE
❖ MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA	SECRETARIO
❖ DR. HECTOR RAUL ZACARIAS VENTURA	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 0858-2026-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MADERA BLANCA (SCHIZOLOBIUM PARAHYBA) REFORZADO CON MALLAS DE ALAMBRE, HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach: **Luis Armando ROJAS MORALES**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

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 14 y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47).

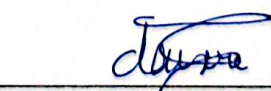
Siendo las 05:30pm horas del día **22 del mes de mayo** del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


MG. REYNALDO FAVIO SUAREZ LANDAURO

DNI: 22498065

ORCID: 0000-0002-4641-3797

PRESIDENTE


MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA

DNI: 73645168

ORCID: 0009-0001-0745-5433

SECRETARIO (A)


DR. HECTOR RAUL ZACARIAS VENTURA

DNI: 22515329

ORCID: 0000-0002-7210-5675

VOCAL



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: LUIS ARMANDO ROJAS MORALES, de la investigación titulada "Análisis de la resistencia a la flexión de madera blanca (*Schizolobium Parahyba*) reforzado con mallas de alambre, Huánuco - 2024", con asesor(a) LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 0388-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 22 % 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, 17 de febrero de 2026



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

6. LUIS ARMANDO ROJAS MORALES V2.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

5%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

3

distancia.udh.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

files01.core.ac.uk

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.utn.edu.ec

Fuente de Internet

1%



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

DEDICATORIA

A mis queridos padres, por ser el pilar fundamental en mi vida, por sus consejos, sacrificios y amor incondicional que me motivaron a seguir adelante en cada etapa de mi formación.

A mis hermanos, por su compañía, comprensión y apoyo constante, quienes con sus palabras y gestos me dieron la fuerza necesaria para culminar este trabajo.

Con todo mi cariño y gratitud, les dedico este logro que también es suyo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Huánuco, por abrirme las puertas de la educación superior y brindarme la oportunidad de formarme como profesional.

Al asesor de tesis, por su tiempo, orientación y valiosos aportes que hicieron posible el desarrollo de esta investigación.

A los docentes del Programa Académico Profesional de Ingeniería Civil, quienes con su dedicación, experiencia y enseñanza contribuyeron de manera significativa a mi formación académica y profesional.

A mis amigos de aula, por su apoyo, compañerismo y motivación constante durante el camino universitario, con quienes compartí momentos de esfuerzo y amistad inolvidables.

A todos, mi más sincero reconocimiento y gratitud.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
INDICE DE TABLAS	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN	XII
CAPÍTULO I.....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	14
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	14
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	18
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	21
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	22
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES	24
2.2. BASES TEÓRICAS	26

2.2.1. MADERA BLANCA (SCHIZOLOBIUM PARAHYBA)	26
2.2.2. ALAMBRE.....	27
2.2.3. MALLA CUADRADA DE ALAMBRE GALVANIZADAS.....	28
2.2.4. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	28
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	30
2.4. HIPÓTESIS	32
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	32
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA	33
2.5. VARIABLES	33
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE.....	33
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	33
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	34
CAPÍTULO III	36
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	36
3.1.1. ENFOQUE	36
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	36
3.1.3. DISEÑO	37
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	38
3.2.1. POBLACIÓN.....	38
3.2.2. MUESTRA	38
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	39
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	39
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	40
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	41
CAPÍTULO IV.....	42
RESULTADOS.....	42

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	42
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	51
CAPÍTULO V.....	59
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	59
5.1 CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	59
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
ANEXOS.....	69

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Propiedades mecánicas de la madera blanca (Schizolobium Parahyba)	26
Tabla 2	Descripción de la muestra seleccionada.....	39
Tabla 3	Resultado de la resistencia a flexión: madera patrón y con 1 capa de mallas de alambre galvanizado.....	42
Tabla 4	Resultado de la resistencia a flexión: madera patrón y con 2 capas de mallas de alambre galvanizado.....	44
Tabla 5	Resultado de la resistencia a flexión: madera patrón y con 3 capas de mallas de alambre galvanizado.....	46
Tabla 6	Resultado resistencia a la flexión promedio: madera patrón y con refuerzo de 1, 2 y 3 capas de mallas de alambre galvanizado	48
Tabla 7	Prueba normalidad: resistencia a flexión promedio en madera blanca patrón y con refuerzo de 1, 2 y 3 capas de mallas de alambre galvanizado.....	51
Tabla 8	T Student: resistencia a la flexión promedio en madera blanca patrón y con refuerzo de 1, 2 y 3 capas de mallas de alambre galvanizado.....	52
Tabla 9	Prueba de normalidad: resistencia a la flexión de la madera blanca patrón y con refuerzo de 1 capa de mallas de alambre galvanizado	53
Tabla 10	T Student: resistencia a la flexión en madera blanca patrón y con refuerzo de 1 capa de mallas de alambre galvanizado.....	54
Tabla 11	Prueba de normalidad: resistencia a la flexión en madera blanca patrón y con refuerzo de 2 capas de mallas de alambre galvanizado	55
Tabla 12	T Student: resistencia a la flexión en madera blanca patrón y con refuerzo de 2 capas de mallas de alambre galvanizado	56
Tabla 13	Prueba de normalidad: resistencia a la flexión en madera blanca patrón y con refuerzo de 3 capas de mallas de alambre galvanizado	57
Tabla 14	T Student: resistencia a la flexión en madera blanca patrón y con refuerzo de 3 capas de mallas de alambre galvanizado	57

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Dimensionamiento de la madera según la NTP 251.017	28
Figura 2 Ensayo de resistencia a la flexión estática de la madera según la NTP 251.017	29
Figura 3 Comparación de la resistencia a flexión: madera patrón y con 1 capa de mallas de alambre galvanizado.....	43
Figura 4 Comparación de la resistencia a flexión: madera patrón y con 2 capas de mallas de alambre galvanizado.....	45
Figura 5 Comparación de la resistencia a flexión: madera patrón y con 3 capas de mallas de alambre galvanizado.....	47
Figura 6 Comparación de la resistencia a flexión promedio: madera patrón y con refuerzo de 1, 2 y 3 capas de mallas de alambre galvanizado.....	49
Figura 7 Comparación de la resistencia a la flexión de todos los grupos experimentales.....	50
Figura 8 Recolección y verificación de dimensiones de las muestras	72
Figura 9 Adquisición de adhesivo sintético	72
Figura 10 Adquisición de mallas cuadradas de alambre galvanizado.....	73
Figura 11 Verificación de las dimensiones de las mallas cuadradas de alambre galvanizado.....	73
Figura 12 Adherencia de la malla de alambre galvanizado con adhesivo sintético en la madera blanca	74
Figura 13 Proceso de laminado de la madera blanca con abrazaderas metálicas y adhesivo sintético.....	74
Figura 14 Laminado de la madera blanca con abrazaderas metálicas y adhesivo sintético	75
Figura 15 Población de muestras de madera blanca antes de ser ensayadas a flexión	75
Figura 16 Ensayo a flexión de las muestras de madera blanca patrón.....	76
Figura 17 Rotura por flexión de las muestras de madera patrón	76
Figura 18 Ensayo a flexión de las muestras de madera blanca con 1 capa de malla de alambre galvanizado	77
Figura 19 Rotura por flexión de las muestras de madera blanca con 1 capa de malla de alambre galvanizado	77

Figura 20 Ensayo a flexión de las muestras de madera blanca con 2 capa de malla de alambre galvanizado	78
Figura 21 Rotura por flexión de las muestras de madera blanca con 2 capa de malla de alambre galvanizado	78
Figura 22 Ensayo a flexión de las muestras de madera blanca con 3 capa de malla de alambre galvanizado	79
Figura 23 Rotura por flexión de las muestras de madera blanca con 3 capa de malla de alambre galvanizado	79

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo general determinar el efecto de la inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*). Para ello, se trabajó con probetas de madera blanca a las que se insertaron 1, 2 y 3 capas de malla cuadrada de alambre galvanizado, comparándolas con un grupo patrón sin refuerzo. La evaluación de la resistencia a la flexión se realizó mediante ensayos normalizados en laboratorio, siguiendo los procedimientos establecidos para pruebas mecánicas en madera.

Los resultados obtenidos evidenciaron un incremento significativo en la resistencia a la flexión al insertar mallas cuadradas de alambre galvanizado. El análisis de contraste estadístico arrojó un valor de $t = 20,677$ con un nivel de significancia $p = 0,001 < 0,05$, lo que confirma la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Las muestras reforzadas con malla presentaron una resistencia promedio de $569,52 \text{ kg/cm}^2$, superior a la registrada en las muestras patrón, cuyo promedio fue de $515,13 \text{ kg/cm}^2$, lo que refleja una mejora sustancial en el comportamiento estructural de la madera.

En conclusión, la inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado en la madera blanca influye positivamente en su resistencia a la flexión, incrementando su capacidad de soporte en comparación con la madera sin refuerzo. Estos resultados sugieren que el refuerzo con mallas metálicas constituye una alternativa efectiva para optimizar el desempeño mecánico de la madera blanca, aportando ventajas en aplicaciones estructurales o de carpintería que requieran mayor resistencia y durabilidad.

Palabras Clave: Alambre galvanizado, comportamiento estructural, madera blanca (*Schizolobium Parahyba*), materiales compuestos y resistencia a la flexión.

ABSTRACT

The present study aimed to determine the effect of inserting square galvanized wire meshes on the flexural strength of white wood (*Schizolobium Parahyba*) in Huánuco – 2024. For this purpose, white wood specimens were prepared with 1, 2, and 3 layers of square galvanized wire mesh and compared with a control group without reinforcement. The evaluation of flexural strength was carried out through standardized laboratory tests, following established procedures for mechanical testing in wood.

The results showed a significant increase in flexural strength with the insertion of square galvanized wire meshes. The statistical contrast analysis yielded a value of $t = 20.677$ with a significance level of $p = 0.001 < 0.05$, confirming the existence of statistically significant differences among the groups. The reinforced samples presented an average strength of 569.52 kg/cm², higher than the control samples, which had an average of 515.13 kg/cm², reflecting a substantial improvement in the structural behavior of the wood.

In conclusion, the insertion of square galvanized wire meshes in white wood positively influences its flexural strength, increasing its load-bearing capacity compared to unreinforced wood. These results suggest that reinforcement with metallic meshes constitutes an effective alternative to optimize the mechanical performance of white wood, providing advantages in structural or carpentry applications that require greater strength and durability.

Keywords: Galvanized wire, structural behavior, white wood (*Schizolobium parahyba*), composite materials, and flexural strength.

INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, la búsqueda de métodos para mejorar las propiedades mecánicas de la madera ha cobrado relevancia debido a la creciente demanda de materiales sostenibles y eficientes en la industria de la construcción y el diseño estructural. Investigaciones en países como Brasil, Estados Unidos y Japón han explorado diferentes técnicas de refuerzo, incluyendo el uso de fibras sintéticas, compuestos poliméricos y mallas metálicas, con el fin de aumentar la resistencia a la flexión y prolongar la vida útil de elementos de madera. Estas innovaciones responden a la necesidad de optimizar el uso de recursos forestales, minimizar el desperdicio y ofrecer soluciones más seguras frente a cargas estructurales y sollicitaciones mecánicas.

En el Perú presenta una gran diversidad de especies maderables provenientes de sus regiones amazónicas, muchas de las cuales poseen propiedades mecánicas que pueden ser mejoradas mediante tratamientos y refuerzos adecuados. El desarrollo de técnicas de reforzamiento de la madera con materiales accesibles y de bajo costo, como el alambre galvanizado, representa una oportunidad para potenciar la competitividad del sector maderero, tanto en la construcción como en la fabricación de mobiliario. Además, la normativa técnica peruana fomenta la investigación orientada a garantizar la seguridad y la durabilidad de las estructuras, alineándose con estándares internacionales de calidad.

En la región de Huánuco cuenta con recursos forestales como la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*), utilizada ampliamente por su facilidad de trabajabilidad y disponibilidad, aunque su resistencia a la flexión es moderada en comparación con otras especies. En este contexto, evaluar el efecto del refuerzo con mallas cuadradas de alambre galvanizado resulta relevante para determinar su viabilidad como una técnica de mejora mecánica accesible para artesanos, carpinteros y constructores de la zona. De esta manera, la investigación busca aportar conocimientos aplicables que fortalezcan el uso de materiales locales y promuevan prácticas constructivas más eficientes y seguras

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La madera constituye uno de los materiales más utilizados en la construcción debido a su bajo peso, facilidad de trabajo y adecuada relación resistencia–peso, características que la convierten en una alternativa viable frente a materiales convencionales como el acero y el concreto. En el contexto peruano, y particularmente en la región de Huánuco, la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*) es ampliamente empleada en la fabricación de elementos estructurales ligeros, en viviendas rurales y edificaciones de bajo costo, debido a su abundancia local y bajo precio. Sin embargo, estudios realizados por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) reportan que las maderas de rápido crecimiento como la *Schizolobium Parahyba* presentan una resistencia a la flexión entre 20 y 40% menor que especies duras tradicionales, lo que limita su uso en estructuras que deben soportar cargas elevadas o esfuerzos dinámicos.

Una de las principales limitaciones de la madera blanca es su comportamiento anisotrópico, es decir, sus propiedades mecánicas dependen fuertemente de la dirección de las fibras. Esta característica provoca que, bajo esfuerzos de flexión, el material presente fallas prematuras por separación de fibras o agrietamiento en las zonas traccionadas. Frente a esta problemática, surge la necesidad de evaluar técnicas de refuerzo que mejoren su desempeño estructural sin comprometer su ligereza ni su carácter sostenible.

En ese sentido, la inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado entre láminas de madera representa una alternativa innovadora y de bajo costo. Este refuerzo metálico puede mejorar la capacidad de la madera para resistir esfuerzos de tracción durante la flexión, distribuyendo las tensiones y retrasando la aparición de fisuras. A diferencia de otros métodos de refuerzo como el uso de polímeros reforzados con fibra de vidrio (FRP) o

láminas de acero, las mallas de alambre son de fácil adquisición en el mercado local, no requieren equipos especializados y pueden aplicarse en zonas rurales de manera artesanal.

Por lo tanto, el problema de investigación se centra en determinar cómo la inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado influye en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*) en la región de Huánuco, considerando sus condiciones de disponibilidad, costo y potencial para optimizar el aprovechamiento estructural de los recursos madereros locales. Este análisis busca aportar evidencia experimental que permita promover el uso sostenible y tecnológicamente mejorado de la madera en la construcción regional.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

PG: ¿Cuál es el efecto de la inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*)- Huánuco – 2024?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

PE1: ¿Qué efecto ocasiona la inserción de una capa de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ " en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*)?

PE2: ¿Qué efecto ocasiona la inserción de dos capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ " en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*)?

PE3: ¿Qué efecto ocasiona la inserción de tres capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ " en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*)?

1.3. OBJETIVO GENERAL

OG: Determinar el efecto de la inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*)- Huánuco - 2024.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1: Determinar el efecto que ocasiona la inserción de una capa de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ " en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*).

OE2: Determinar el efecto que ocasiona la inserción de dos capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ " en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*).

OE3: Determinar el efecto que ocasiona la inserción de tres capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ " en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*).

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la región de Huánuco, el uso de la madera como material de construcción es una práctica frecuente, especialmente en viviendas rurales y estructuras temporales, debido a su bajo costo y amplia disponibilidad. Según datos del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR, 2023), más del 35% de la producción maderera regional corresponde a especies de crecimiento rápido como la *Schizolobium Parahyba* (madera blanca), utilizada en encofrados, cubiertas y elementos secundarios. Sin embargo, su limitada resistencia a la flexión y su alta anisotropía restringen su empleo en componentes estructurales sometidos a cargas importantes.

Esta investigación se justifica en la necesidad de mejorar el desempeño mecánico de la madera blanca mediante métodos accesibles y sostenibles, que no requieran tecnología importada ni procesos industriales complejos. La incorporación de mallas cuadradas de alambre galvanizado, disponibles en el mercado local, se plantea como una solución práctica para incrementar la

resistencia a la flexión, reducir la aparición de fisuras y prolongar la vida útil de los elementos estructurales de madera.

El estudio adquiere relevancia técnica porque permitirá cuantificar experimentalmente el efecto del refuerzo metálico, generando información científica que hoy es escasa en el contexto peruano. Asimismo, su aporte socioeconómico radica en la posibilidad de optimizar el uso de un recurso natural abundante en Huánuco, fomentando la construcción sostenible y de bajo impacto ambiental, acorde con las políticas nacionales de aprovechamiento forestal responsable. En conjunto, los resultados de la investigación pueden contribuir a fortalecer las prácticas constructivas locales y promover mayor seguridad y durabilidad estructural en edificaciones que emplean madera como material principal.

JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La presente investigación posee una justificación práctica sólida, ya que propone una técnica de refuerzo viable, económica y fácilmente aplicable en el contexto constructivo de Huánuco. La inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado entre piezas de madera blanca no requiere maquinaria especializada ni procesos industriales, pudiendo ser implementada por mano de obra local. En términos de costo, el precio promedio del metro cuadrado de malla galvanizada en el mercado local bordea los S/ 8.00 a S/ 10.00, lo que representa menos del 5% del costo total de fabricación de una viga de madera estructural, mientras que el incremento en la resistencia a la flexión podría superar el 20%, según experiencias previas en refuerzos metálicos de materiales compuestos.

Esta relación costo-beneficio demuestra que el método propuesto puede reducir los gastos de mantenimiento y reemplazo de elementos estructurales, además de extender la vida útil de las construcciones rurales y urbanas. Por su sencillez, la técnica puede aplicarse directamente en proyectos en curso, talleres artesanales o programas de vivienda social, sin alterar significativamente los procesos constructivos existentes. En consecuencia, la investigación es de alta pertinencia práctica, ya que ofrece una solución

económica, replicable y sostenible para mejorar el comportamiento estructural de la madera utilizada en la región.

JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La presente investigación busca contribuir al conocimiento científico sobre el comportamiento mecánico de la madera reforzada con materiales metálicos, un campo poco explorado en el contexto nacional y prácticamente inexistente en estudios sobre la especie *Schizolobium Parahyba*. Aunque existen investigaciones sobre el refuerzo de maderas mediante polímeros o fibras compuestas, la incorporación de mallas cuadradas de alambre galvanizado como elemento de refuerzo no ha sido analizada sistemáticamente, lo que representa un vacío teórico y experimental en la literatura técnica peruana.

El estudio pretende establecer una base teórica que relacione la interacción entre la madera y el refuerzo metálico en términos de transferencia de esfuerzos y mejora de la resistencia a la flexión. Los resultados permitirán comparar el comportamiento del material compuesto (madera + malla de alambre) frente a la madera convencional, generando modelos y criterios que podrían ser empleados en futuros diseños estructurales o investigaciones sobre materiales compuestos de origen natural. De esta manera, la investigación no solo amplía el marco teórico sobre materiales híbridos y su respuesta ante cargas de flexión, sino que también aporta conocimiento aplicable a la ingeniería civil y la construcción sostenible.

JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Es crucial asegurar que los resultados de la investigación sobre la incorporación de mallas de alambre en la madera blanca para la construcción sean confiables, imparciales y aplicables. Para lograr un estudio riguroso y obtener resultados útiles, se requiere una metodología sólida, lo que a su vez respalda la pertinencia y el mérito de la investigación.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación puede enfrentar diversas limitaciones tanto metodológicas como logísticas. En primer lugar, el tamaño de muestra reducido de probetas ensayadas podría limitar la generalización estadística de los resultados, ya que el número de especímenes dependerá de la disponibilidad de material y recursos económicos. Asimismo, el tipo de adhesivo empleado para la unión de las láminas de madera y la inserción de la malla de alambre galvanizado podría influir en el comportamiento estructural final; por tanto, la investigación se restringirá a un solo tipo de adhesivo comercial de uso común, lo que representa una condición controlada pero no necesariamente óptima.

Otra limitación metodológica está asociada a las condiciones de curado del adhesivo y al control de humedad de las probetas, factores que pueden afectar la adherencia y, en consecuencia, la resistencia a la flexión. Las pruebas se realizarán bajo condiciones de laboratorio, pero sin una cámara climática especializada, lo cual podría introducir variaciones menores en los resultados.

En el ámbito logístico, la disponibilidad de recursos financieros, materiales y equipos de ensayo podría restringir la cantidad y precisión de las pruebas mecánicas. Además, las condiciones climáticas de Huánuco, especialmente la humedad ambiental, podrían afectar la manipulación y conservación de las muestras. Finalmente, la variabilidad natural de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*) por su heterogeneidad, presencia de nudos y susceptibilidad a degradación biológica, así como las diferencias en las especificaciones de las mallas galvanizadas, constituyen factores que deberán ser controlados para reducir su influencia sobre los resultados experimentales.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación es viable técnica, económica y operativamente, dado que los recursos y medios necesarios para su ejecución se encuentran disponibles en la región de Huánuco. En el aspecto técnico, los

ensayos de flexión y la preparación de las probetas podrán realizarse en los laboratorios de materiales de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad local, los cuales cuentan con equipos universales de ensayo, sierras de corte, prensas y balanzas de precisión. Los materiales requeridos (madera blanca (Schizolobium Parahyba), mallas cuadradas de alambre galvanizado y adhesivo estructural) son de fácil adquisición en el mercado local, con costos accesibles y formatos compatibles con las dimensiones de prueba establecidas por las normas ASTM D198 y D790.

Desde el punto de vista económico, el proyecto no demanda una inversión elevada, ya que los materiales y equipos pueden ser cubiertos mediante recursos propios y apoyo institucional. Además, la disponibilidad de personal técnico y asesoría docente garantiza la factibilidad humana y académica necesaria para el desarrollo experimental, el procesamiento de datos y el análisis estadístico de resultados.

Finalmente, en el aspecto temporal, la investigación puede desarrollarse dentro del periodo académico establecido, dado que los procesos de adquisición, preparación de probetas, curado y ensayo pueden ejecutarse en un lapso no mayor de cuatro meses. Por tanto, se concluye que el estudio es plenamente factible de realizar en las condiciones actuales, asegurando la obtención de resultados confiables y reproducibles.

VIABILIDAD TEÓRICA

La investigación se basa en la aplicación de principios científicos y de ingeniería bien establecidos para evaluar la resistencia a la flexión de la madera blanca reforzada con mallas cuadradas de alambre galvanizado. La metodología utilizada en este tipo de estudios es sólida y se ha aplicado con éxito en investigaciones previas, teniendo información, artículos y revistas referentes al tema de investigación.

VIABILIDAD ECONÓMICA

El trabajo de investigación sobre el análisis de la resistencia a la flexión de la madera blanca reforzada con mallas cuadradas de alambre galvanizado

en Huánuco en 2023 se percibe como económicamente viable debido a su potencial para generar ahorros, impulsar la industria de la construcción, mejorar proyectos existentes, fomentar la exportación y aumentar la eficiencia y la seguridad en la construcción. Estos beneficios económicos potenciales respaldan la importación.

VIABILIDAD TEMPORAL

La investigación sobre la resistencia a la flexión de madera blanca reforzada con mallas cuadradas de alambre galvanizado en Huánuco en 2023 es viable temporalmente debido a su relevancia actual, la disponibilidad de recursos, los avances tecnológicos, la colaboración, el apoyo institucional y la consideración de las condiciones climáticas. Estos factores en conjunto respaldan la realización exitosa de la investigación en el año especificado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Pérez (2014) realizó un estudio con la intención de entender mejor cómo reaccionan distintas maderas cuando se las somete a esfuerzos de compresión, poniendo atención en la resistencia que alcanzan y en qué tan rígidas se comportan. Para ello, aplicó dos tipos de ensayos distintos, uno bajo la norma UNE y otro siguiendo la norma ASTM, trabajando con 378 probetas de cuatro especies comunes del país, entre coníferas y una madera frondosa. Luego de obtener los resultados, se analizaron los datos para comparar tanto las diferencias entre las normas como el comportamiento de cada especie. En términos generales, el estudio mostró que los resultados varían bastante, no solo entre las distintas maderas, sino también según la norma utilizada, y que incluso una misma especie puede responder de manera diferente dependiendo del método de ensayo aplicado.

Blandón (2018), En su investigación ha tenido como objetivo principal examinar el desempeño de una viga de construcción, fabricada a partir de madera laminada y reforzada con fibra de vidrio. Para este propósito, se crearon cuatro prototipos, cada uno con diferentes proporciones volumétricas de refuerzo, basándose en análisis estructurales, principios de la mecánica de materiales, investigaciones previas y otros datos fundamentales. Luego de construir los tres ejemplares para cada una de las cuatro configuraciones, además de otros tres especímenes como referencia sin ningún tipo de refuerzo, se llevaron a cabo pruebas mecánicas para determinar la resistencia de los elementos. Los resultados revelaron que la capacidad de carga superó las expectativas, aunque no se observó un aumento en la resistencia en las vigas reforzadas con fibra de vidrio. La baja proporción volumétrica

(2%-3%) y la ubicación del refuerzo se identificaron como dos de los principales problemas.

Alvis y Cabas (2015) llevaron a cabo un estudio para conocer mejor las propiedades de la madera de la especie Uraco, con el fin de determinar su calidad y qué tan útil puede ser para la elaboración de distintos productos. Para ello, realizaron varios ensayos que permitieron evaluar tanto sus características físicas, como la densidad y la contracción, como sus propiedades mecánicas, entre ellas la resistencia a la flexión, al cizallamiento y a la compresión, tanto paralela como perpendicular a las fibras. Los resultados obtenidos indican que la especie *Ocotea brevipetiolata* tiene una densidad básica de $0,54 \text{ g/cm}^3$, lo que la califica como madera de peso mediano a medianamente pesada, clasificada en el grupo estructural "C" según la clasificación de la Junta del acuerdo de Cartagena. Asimismo, se caracteriza por su alta estabilidad dimensional. En cuanto a las propiedades mecánicas según las normas americanas ASTM, se observa que la madera exhibe una resistencia promedio en flexión, cizallamiento y compresión, tanto en dirección paralela como perpendicular a las fibras, lo que sugiere que esta madera podría ser adecuada para soportar cargas moderadas gracias a su módulo de ruptura de 990 kg/cm^2 y a su módulo de elasticidad de 164539 kg/cm^2 .

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Aróstegui y Acevedo (2011), en su investigación publicada por la revista forestal del Perú ha tenido como objetivo principal de este estudio es determinar los valores promedio de las propiedades físico-mecánicas de la madera de 20 especies procedentes de Jenaro Herrera, Loreto, y analizar los resultados para identificar posibles aplicaciones. Las muestras se obtuvieron y las probetas se prepararon siguiendo las normas de ensayo de la Sociedad Americana de Ensayos de Materiales (ASTM). La identificación botánica se realizó en el Laboratorio de I del Departamento de Manejo Forestal. De los que podemos describir el módulo de ruptura de algunas especies de árboles que se trataron en el

estudio como lo son la Aniba amazónica, Brosimum paraense, Brosimum, Caryocar amigdaliform Mutis, Couratari macrosperma, Caussapoa, las cuales han tenido módulos de rupturas de 421 kg/cm², 1062 kg/cm², 453 kg/cm², 403 kg/cm², 496 kg/cm², 266 kg/cm² respectivamente.

Cajahuaman (2018), en su investigación ha tenido como objetivo principal analizar cómo se comportan las muestras de madera de Shihuahuaco y Huayruro cuando se someten a pruebas de compresión y flexión en condiciones de sequedad. Se llevaron a cabo ensayos de compresión axial y flexión estática siguiendo los procedimientos establecidos en la norma técnica peruana NTP 251.014 y NTP 251.017, respectivamente. Donde los resultados de los ensayos de compresión axial y flexión estática en probetas de madera seca de la especie Shihuahuaco mostraron un aumento del 124% y 46%, respectivamente, en comparación con los valores del grupo A de la norma E.010, que se basa en ensayos con madera en estado húmedo. Del mismo modo, los valores obtenidos de los ensayos en probetas de madera seca de la especie Huayruro fueron un 99% y 39% más altos, respectivamente, en comparación con los valores del grupo B de la norma E.010, que se basa en ensayos con madera en estado húmedo. Estos resultados respaldan la hipótesis de que la madera en estado seco presenta una mayor resistencia a la compresión y la flexión en comparación con la madera en estado verde, ya que los valores obtenidos son significativamente superiores a los de sus respectivos grupos en la norma, siendo 307 kg/cm² el promedio de la resistencia a la flexión de la madera de la especie Shihuahuaco y 208 kg/cm² el promedio de la resistencia a la flexión de la madera de la especie Huayruro ambos en estado seco.

Bueno (2017) realizó un estudio para ver qué tan diferente se comportan las vigas de madera maciza frente a las vigas laminadas, encoladas y prensadas, todas hechas con pino radiata de la región Cajamarca. La investigación se desarrolló paso a paso: primero se eligieron los árboles que servirían como muestra y se preparó la madera;

luego se fabricaron las vigas macizas y se hicieron ensayos para conocer su humedad, densidad y resistencia a la flexión y al corte; y finalmente, usando esos resultados, se construyeron las vigas laminadas aplicando criterios de diseño estructural y probando distintos tipos de uniones y el pegamento Tekno Cola Ultra. Al final, el estudio mostró que las vigas laminadas resisten mucho más, alcanzando un aumento de alrededor del 53 % en la resistencia a flexión respecto a las vigas macizas, y que este tipo de vigas permite fabricar elementos de mayor tamaño capaces de soportar diferentes tipos de carga.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Quispe (2021), en su estudio el objetivo principal ha sido evaluar las capacidades de flexión de las maderas shihuahuaco y quinilla mediante pruebas experimentales, con el objetivo de demostrar su idoneidad como materiales de construcción, siguiendo las pautas de la Norma E.010. Al explorar esta investigación, se puede concluir que la resistencia a la flexión en vigas de madera shihuahuaco es estadísticamente similar a la de la quinilla. No obstante, la quinilla sobresale considerablemente debido a su notable elasticidad, lo que la hace especialmente recomendable para su empleo en vigas. Por otro lado, el shihuahuaco demuestra ser significativamente mejor adecuado para su uso en columnas. A pesar de estas diferencias, ambas especies son recomendables para su utilización en vigas y estructuras, ya que cumplen con los criterios de la tipología A de la E.010, y según diversos autores, sus propiedades físicas de flexión se sitúan en un rango que oscila entre medio y alto. Teniendo como resultados que para la madera shihuahuaco el promedio de la resistencia a la flexión es 980 kg/cm² con un módulo de elasticidad de 151134 kg/cm² y para la madera Quinilla el promedio de la resistencia a la flexión es 998 kg/cm² con un módulo de elasticidad de 172214,20 kg/cm².

Barrueta (2018), en su investigación el objetivo principal ha sido evaluar la capacidad de resistencia a la flexión de la madera tornillo a través de pruebas experimentales con el fin de respaldar su idoneidad

como material de construcción. Para llevar a cabo este proceso, se determinó la carga máxima que cada espécimen de madera tornillo podía soportar antes de sufrir una falla. Se realizaron pruebas de flexión en 30 vigas a escala con dimensiones de 50x50x950mm, manteniendo la misma humedad que se encuentra en el producto comercializado. Se determinó el esfuerzo admisible a la flexión en vigas de la madera tornillo, el cual fue medido en 14.98 Mega Pascales a través de ensayos experimentales. Esta cifra confirma su sólido comportamiento mecánico frente a fuerzas de flexión, lo que la hace apta para su empleo como material de construcción en componentes estructurales sometidos a este tipo de esfuerzo. Además, se obtuvo un módulo de elasticidad promedio de 10,404.01 MPa y un valor mínimo al 5% de exclusión de 6,910.61 MPa.

Urbina (2017), en su investigación el objetivo principal ha sido evaluar las características mecánicas de la madera de bolaina blanca obtenida de árboles en el proceso de raleo de 4 años de edad en plantaciones forestales de Colina Baja. Para los resultados de la resistencia a la flexión de este tipo de madera en sus 3 niveles se consideró el esfuerzo al límite proporcional (ELP), módulo de ruptura (MOR) y módulo de elasticidad (MOE), entonces los resultados promedio para el nivel basal fueron que ha tenido un ELP igual a 347,71 kg/cm², un MOR igual a 509,49 kg/cm² y un MOE igual 72,52 tn/cm², para el nivel medio los resultados promedio indicaron que ha tenido un ELP igual a 242,39 kg/cm², un MOR igual a 322,92 kg/cm² y un MOE igual 53,16 tn/cm², finalmente para el nivel apical se obtuvo los resultados promedio en donde nos señala que ha tenido un ELP igual a 190,84 kg/cm², un MOR igual a 253,09 kg/cm² y un MOE igual 48,78 tn/cm². Promediando todo obtenemos como resultado que un ELP igual a 333,45 kg/cm², un MOR igual a 486,60 kg/cm² y un MOE igual 69,25 tn/cm².

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. MADERA BLANCA (SCHIZOLOBIUM PARAHYBA)

La madera blanca, obtenida del árbol *Schizolobium parahyba*, se erige como una valiosa materia prima en la industria maderera, destacando por sus propiedades físicas y mecánicas únicas. Originario de América Latina, este árbol ha suscitado un creciente interés entre investigadores y profesionales del sector debido a su rápido crecimiento y su versatilidad en diversas aplicaciones industriales y de construcción (Guerrero Pérez, 2013).

CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS Y ECOLÓGICAS

Schizolobium parahyba, perteneciente a la familia Fabaceae, se distribuye en diversas regiones de América Latina, mostrando una amplia adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas y edáficas. Su rápido crecimiento lo convierte en un recurso potencialmente sostenible. Estudios detallados sobre su ciclo de vida, patrones de crecimiento y los factores ambientales que afectan su desarrollo proporcionan una comprensión integral de su biología (Justiniano et al., 2001).

PROPIEDADES DE LA MADERA BLANCA

La madera blanca de *Schizolobium parahyba* exhibe propiedades físicas notables, incluyendo una baja densidad, un color claro y una textura que la hace apta para diversas aplicaciones. Sus propiedades mecánicas, determinan su idoneidad para usos específicos en la construcción y la fabricación de muebles (Ecuador Forestal, 2020).

Tabla 1

Propiedades mecánicas de la madera blanca (Schizolobium Parahyba)

Flexión Estática	ELP	390	Kg/cm ²
	MOR	569	Kg/cm ²

	MOE	86	Tn/cm ²
Compresión Paralela	ER	364	Kg/cm ²
Compresión Perpendicular	ELP	54	Kg/cm ²
	Lados	231	Kg
Dureza	Extremos	330	Kg

ELP: Esfuerzo en límite proporcional **MOR:** Módulo de ruptura

ER: Esfuerzo de ruptura **MOE:** Módulo de elasticidad

Nota. Propiedades mecánicas de la madera Schizolobium Parahyba. Fuente: Revista forestal "Ecuador Forestal"

2.2.2. ALAMBRE

El alambre galvanizado es un tipo de acero que experimenta un proceso conocido como trefilado, donde se sumerge en un baño caliente de óxido de zinc. Este procedimiento permite la formación de hilos, y el material resultante es ampliamente empleado en diversas industrias, como la construcción y la seguridad privada, gracias a su resistencia y durabilidad (Aceros Torices, 2020).

El alambre es ampliamente utilizado en la construcción debido a su versatilidad y facilidad de manejo. Sus aplicaciones incluyen el refuerzo de concreto para mejorar la resistencia de estructuras, la fijación de elementos como mallas de sombra y cercas, la distribución eléctrica en edificios, y la suspensión de objetos decorativos y sistemas de iluminación en techos y estructuras (Dutscher, 2021).

Las características mecánicas de un alambre, como su resistencia a la flexión y compresión, varían según el material y diámetro. Por ejemplo, los alambres de acero son comúnmente resistentes a la flexión y son adecuados para aplicaciones de compresión. Para determinar la idoneidad de un alambre en una aplicación específica, se deben considerar factores como carga, ambiente y durabilidad, y esto debe ser evaluado por profesionales de la construcción o ingenieros (Dutscher, 2021)

2.2.3. MALLA CUADRADA DE ALAMBRE GALVANIZADAS

Las mallas de alambre galvanizado se fabrican a partir de alambión de bajo contenido de carbono que se trefila hasta obtener el diámetro deseado. Posteriormente, el alambre se somete a un proceso de galvanizado para protegerlo contra la corrosión y aumentar su durabilidad. Usualmente se usa zinc el cual se forma sobre el acero proporcionando una superficie lisa y brillante. Este tipo de mallas de alambre tiene una amplia variedad de usos como lo es en la creación de gaviones, cables de acero, amarres de encofrados y varillas, entre otros (Mallas Fabrimac, 2019).

2.2.4. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

La resistencia a la flexión es una propiedad fundamental de las maderas que desempeña un papel crucial en su utilidad estructural. La capacidad de una madera para soportar fuerzas de flexión influye directamente en su aplicabilidad en construcciones, mobiliario y otros productos de madera (Delgado, 2017).

Figura 1

Dimensionamiento de la madera según la NTP 251.017



Nota. Dimensionamiento de muestras de maderas. Fuente: (Cordova y Figueroa, 2019).

Figura 2

Ensayo de resistencia a la flexión estática de la madera según la NTP 251.017



Nota. Ensayo de flexión estática en maderas. Fuente: (Cordova y Figueroa, 2019).

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA:

La madera, como material estructural, exhibe propiedades mecánicas únicas que determinan su comportamiento bajo carga. La resistencia a la flexión es una de estas propiedades clave y se refiere a la capacidad de la madera para resistir fuerzas aplicadas en una dirección perpendicular a las fibras. Comprender las complejidades de esta propiedad es esencial para garantizar la seguridad y eficiencia en el diseño y construcción de estructuras de madera (Delgado, 2017).

ANATOMÍA DE LA MADERA Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN:

La estructura anatómica de la madera, con sus componentes como fibras, vasos y parénquima, influye directamente en su resistencia a la flexión. La orientación y densidad de las fibras, así como la presencia de nudos, determinan la capacidad de la madera para resistir las fuerzas de flexión. Explorar estas características microscópicas proporciona una comprensión más profunda de la variabilidad en la resistencia a la flexión entre diferentes especies de madera (Delgado, 2017).

NORMATIVA

La Norma E.010 Madera en Perú establece los requisitos para el diseño de estructuras de madera. Las maderas se clasifican en tres clases: A, B, y C (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).

ESFUERZOS ADMISIBLES (KG/CM²):

Los esfuerzos admisibles de la madera varían según su grupo: el grupo A presenta las mayores resistencias, el grupo B valores intermedios y el grupo C las menores, lo que determina el tipo de uso estructural más adecuado para cada uno.

INCORPORACIÓN DE NUEVAS ESPECIES:

Basada en densidad básica y resistencia mecánica de ensayos en vigas de tamaño natural. La madera debe estar seca, con un contenido de humedad (C.H.) inferior al 22% (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014).

La Norma Técnica Peruana (NTP) 251.017:2014 establece los procedimientos para llevar a cabo el ensayo de flexión estática en maderas. Para el ensayo a flexión estática, la carga se aplica en probetas de 5 x 5 x 76 cm y esta carga se aplicará en el centro de la muestra (distancia entre los soportes de 35 cm).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

GALVANIZADO: El galvanizado es un proceso electroquímico que consiste en aplicar una capa de metal sobre otro metal diferente mediante el uso de una corriente eléctrica (Pérez y Merino, 2019).

VERSATILIDAD: La versatilidad en materiales se refiere a la capacidad de un material para adaptarse y ser utilizado en diferentes aplicaciones, esta es una característica muy valorada en la industria, ya que permite reducir costos y aumentar la eficiencia en la producción (Sánchez, 2016).

REVESTIMIENTOS: El revestimiento en construcción se refiere a una capa de material que cubre los distintos elementos de una estructura y su función es proteger contra los elementos externos y las condiciones ambientales o decorar para ocultar un sustrato más estructural que no es atractivo visualmente (Pérez, 2019).

CARGA APLICADA: La carga aplicada es una fuerza externa que se aplica a un objeto o estructura (Miquel et al., 2015).

INSERCIÓN: La inserción de materiales en construcción se puede realizar en diferentes etapas del proceso de construcción, dependiendo del tipo de material y su función en la estructura garantizando así la estabilidad y la seguridad de la estructura (Almeyda y Serrano, 2010).

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN: La resistencia a la flexión es la capacidad de un objeto para doblarse sin sufrir deformaciones importantes midiéndose mediante un experimento estándar llamado prueba de tres puntos. La resistencia a la flexión de un objeto también se correlaciona con su resistencia a la tracción, o la capacidad del objeto para estirarse sin cambiar significativamente su forma (ICONTEC, 1973).

GRANO RECTO: El grano recto de la madera es una orientación de las fibras de células de madera que corre en una sola dirección, paralela al eje del árbol, siendo este tipo de maderas las más fáciles de trabajar. El grano recto es considerado el normal y se utiliza en aplicaciones estructurales, como la construcción de viviendas, ya que la madera aserrada con otro grano que el recto pierde algo de resistencia (Bravo, 2009).

PRUEBAS DE FLEXIÓN: Las pruebas de flexión son ensayos que se realizan para determinar la resistencia de un material a la flexión. En estas pruebas, se aplica una fuerza en el centro de una muestra de material, lo que provoca una curvatura en la muestra (Chang y Pérez, 2015)

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS: Las características mecánicas de un material son las propiedades que le permiten soportar cargas y fuerzas externas sin sufrir deformaciones o fallas. Las características mecánicas de

los materiales incluyen la elasticidad, la plasticidad, la maleabilidad, la ductilidad, la dureza, la tenacidad y la fragilidad, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión entre otros (Collieu et al., 1977)

PÉRGOLAS: Una pérgola es una estructura arquitectónica que se instala en espacios abiertos, como jardines o patios con fines decorativos, la cual usualmente está hecha de metal o de madera, esta se compone de dos filas de columnas enfrentadas, vinculadas entre sí por vigas instaladas de manera horizontal (Pérez, 2019).

MARQUESINAS: Una marquesina es una estructura arquitectónica que se instala en la entrada de ciertos edificios se utilizan como decoración y para proporcionar sombra en un jardín, además permiten el crecimiento de ciertos tipos de plantas que resultan ornamentales (Pérez, 2019).

VIGAS: En arquitectura e ingeniería, una viga es un elemento estructural lineal que trabaja principalmente a flexión, estas se utilizan para soportar cargas y fuerzas externas sin sufrir deformaciones o fallas (Charon, 1979)

VIGUETAS: Las viguetas son elementos estructurales lineales que se utilizan en la construcción de techos y pisos, estas se colocan en forma paralela y se apoyan en las paredes portantes. (Medina Sánchez, 2007)

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

HG: La inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado tiene un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*) - Huánuco - 2024.

H0: La inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado NO tiene un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*) - Huánuco - 2024.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

HE1: La inserción de una capa de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ " tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*).

Ho1: La inserción de una capa de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ " NO tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*).

HE2: La inserción de dos capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ " tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*).

Ho2: La inserción de dos capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ " NO tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*).

HE3: La inserción de tres capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ " tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*).

Ho3: La inserción de tres capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ " NO tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*).

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la flexión de maderas.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Mallas cuadradas de alambre galvanizado.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala
VARIABLE INDEPENDIENTE: Mallas cuadradas galvanizadas	Las mallas cuadradas galvanizadas son estructuras compuestas por alambres de acero dispuestos en un patrón de cuadrícula, lo que significa que los alambres se cruzan en ángulos rectos para formar una serie de cuadrados o rectángulos. La galvanización es un proceso de recubrimiento de los alambres con una capa de zinc para protegerlos de la corrosión (Mallas Fabrimac, 2019).	Las mallas se van a colocar en tiras con dimensión de ancho 3 cm y largo 20 cm.	Inserción de una capa de mallas de 3cm x 20cm de ¼ de pulgada a la madera blanca (Schizolobium parahyba).	Área (cm ²)	Ficha de laboratorio del ensayo de resistencia a la flexión de madera.	Escalar o de razón.
			Inserción de dos capas de mallas de 3cm x 20cm de ¼ de pulgada a la madera blanca (Schizolobium parahyba).			
			Inserción de tres capas de mallas de 3cm x 20cm de ¼ de pulgada a la madera blanca (Schizolobium parahyba).			

VARIABLE DEPENDIENTE : Resistencia a la flexión en maderas.	La resistencia a la flexión es una propiedad fundamental de las maderas que desempeña un papel crucial en su utilidad estructural. La capacidad de una madera para soportar fuerzas de flexión influye directamente en su aplicabilidad en construcciones, mobiliario y otros productos de madera (Delgado, 2017).	La resistencia a la flexión de la madera blanca se va obtener por ensayo de laboratorio.	Resistencia a la flexión de la madera blanca con inserción de una capa de mallas ¼ pulgada. Resistencia a la flexión de la madera blanca con inserción de dos capas de mallas ¼ pulgada Resistencia a la flexión de la madera blanca con inserción de tres capas de mallas ¼ pulgada	Resistencia a la flexión (kg/cm2)
--	--	--	--	---

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo aplicada ya que vamos a buscar una solución directa al problema, lo que quiere decir que será de manera no sistemática, por lo que este tipo de investigación suele solucionar problemas prácticos y cotidianos mejorando así la calidad de vida de las personas, muy diferente a una investigación de tipo puro que no buscan necesariamente aplicaciones inmediatas (Ortega, 2021)

En nuestro caso los resultados de la investigación tendrán una aplicación práctica en la sociedad si se confirman las hipótesis planteadas y así generar un nuevo conocimiento.

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque de la presente investigación será cuantitativo con el fin de obtener resultados y mediciones objetivas utilizando datos numéricos recolectados a través de ensayos, entrevistas, encuestas o cuestionarios para posteriormente hacer análisis estadísticos y luego contrastar con la hipótesis planteada (Araujo, 2020)

La investigación es cuantitativa pues en estas se van a analizar datos de resistencia a la flexión en la madera blanca cuando insertamos a estas mallas cuadradas galvanizadas.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

La investigación explicativa busca identificar y comprender las relaciones de causa y efecto entre los fenómenos, lo que permite formular generalizaciones aplicables a contextos similares. Además, este tipo de investigación ayuda a profundizar en fenómenos que antes no habían sido analizados con suficiente detalle (Mejia, 2020).

La investigación se va a centrar en comprender el efecto de la inserción de mallas cuadradas galvanizadas en la resistencia a la flexión de la madera blanca.

3.1.3. DISEÑO

El diseño cuasiexperimental es un tipo de investigación que se utiliza cuando no es posible asignar aleatoriamente a los individuos a los grupos de estudio. En estos diseños, los grupos de comparación no se asignan aleatoriamente, lo que hace más difícil establecer una relación causal clara., sin embargo, es una forma muy útil de medir las variables. Sin embargo, no tiene el control de variables o de los elementos que intervienen en el contexto del sujeto de estudio (Ruiz et al., 2019).

La elección de las muestras se ha realizado sin emplear la aleatoriedad, en nuestro caso la variable que se intervendrá será la malla cuadrada de alambre galvanizado.

NA	GR 1.....	X1.....	R1
NA	GR 2.....	X2.....	R2
NA	GR 3.....	X3.....	R3
NA	GR 4.....	____	R4

Donde:

GR1, GR2 y GR3: Muestras de madera con inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ de pulgada en capas de uno, dos y tres.

GR4: Muestras de madera sin inserción de mallas de alambre galvanizado.

X1, X2 y X3: Manipulación de la variable independiente (Inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ de pulgada en capas de uno, dos y tres).

R1, R2 y R3: Resultados de ensayo a flexión para muestras de madera con inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ de pulgada en capas de uno, dos y tres.

R4: Resultados de ensayo de flexión para muestras de madera sin inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Se trata del grupo claramente definido del cual la investigación busca obtener conclusiones. Sin embargo, como en muchos casos no es posible estudiar a todos sus integrantes, se recurre al análisis de una muestra representativa que refleje adecuadamente a la población total (Narvaez, 2022).

La población va estar conformada por 40 probetas de madera, en estas están incluidos las muestras sin y con inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado.

3.2.2. MUESTRA

Una muestra no probabilística es un subconjunto de una población que se selecciona sin seguir un proceso aleatorio. En lugar de eso, los individuos se seleccionan basándose en criterios subjetivos, como la conveniencia o la accesibilidad (Westreicher, 2022).

La selección de un total de 40 probetas se realizó bajo un muestreo no probabilístico por conveniencia, determinado por la disponibilidad de material, recursos y tiempo de ejecución del estudio. Siguiendo el criterio técnico del investigador, se establecieron cuatro grupos experimentales de diez muestras cada uno, lo que permite garantizar la repetibilidad de los ensayos y obtener resultados representativos para cada tipo de refuerzo (sin malla, una capa, dos capas y tres capas de malla galvanizada). Esta cantidad es suficiente para comparar el comportamiento a la flexión entre tratamientos y minimizar el efecto de

variaciones propias del material, cumpliendo con las recomendaciones metodológicas de estudios experimentales similares en materiales compuestos.

A continuación, se detalla la distribución de las muestras de estudio:

Tabla 2

Descripción de la muestra seleccionada

MUESTRAS PARA ENSAYOS DE FLEXIÓN ESTÁTICA	NÚMERO DE MUESTRAS
Muestras de madera sin inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado	10
Muestras de madera con inserción de una capa de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼ de pulgada.	10
Muestras de madera con inserción de dos capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼ de pulgada.	10
Muestras de madera con inserción de tres capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼ de pulgada.	10
TOTAL=	40

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos se realizó siguiendo un procedimiento experimental controlado, con el objetivo de evaluar el efecto de la inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*). Para ello, se prepararon probetas de dimensiones estandarizadas, divididas en cuatro grupos: un grupo patrón sin refuerzo y tres grupos reforzados con una, dos y tres capas de malla, respectivamente.

Cada probeta fue sometida a ensayos de flexión en laboratorio utilizando una máquina universal de pruebas, aplicando la carga de forma gradual hasta la rotura. Durante cada ensayo se registraron los valores máximos de carga y deformación, los cuales fueron empleados

para calcular la resistencia a la flexión de cada muestra. Los datos obtenidos fueron anotados en fichas técnicas y posteriormente trasladados a una base de datos para su procesamiento estadístico.

El procedimiento experimental se desarrolló siguiendo criterios de repetibilidad y precisión, asegurando que las condiciones de prueba fueran homogéneas para todos los grupos evaluados. Con el fin de facilitar la comprensión del método empleado y de las etapas del ensayo, se adjuntan imágenes (VER ANEXOS) ilustrativas del proceso de preparación de las probetas, la colocación de las mallas y la ejecución de las pruebas en laboratorio.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

En este apartado se muestran los resultados obtenidos durante el desarrollo de los ensayos de resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*) reforzada con mallas cuadradas de alambre galvanizado. La información se organiza de manera sistemática, permitiendo visualizar las mediciones realizadas, los promedios obtenidos y las diferencias observadas entre las probetas patrón (sin refuerzo) y las probetas reforzadas con una, dos y tres capas de malla.

Los datos se presentan en forma de tablas y gráficos para facilitar su interpretación y análisis, destacando las tendencias generales y las variaciones específicas que se produjeron en las diferentes condiciones de ensayo. Asimismo, se incluye el registro de los valores individuales obtenidos en laboratorio, con el fin de garantizar la transparencia y trazabilidad de la información.

Esta presentación constituye la base para el análisis estadístico posterior, a partir del cual se determinará la significancia de las diferencias encontradas y se evaluará el cumplimiento del objetivo general de la investigación. De esta manera, se facilita la comparación entre los grupos evaluados y se sientan las bases para la discusión de los resultados.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

El análisis de los datos obtenidos se realizó con el propósito de determinar el efecto de la inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*). Los valores registrados en los ensayos fueron organizados y procesados mediante el software Microsoft Excel para el cálculo de promedios y medidas de dispersión, así como la elaboración de tablas y figuras que facilitan la visualización de los resultados. Para la verificación estadística se empleó SPSS, aplicando la prueba t de Student para determinar si existían diferencias significativas entre las probetas reforzadas y las muestras patrón.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

En esta sección se expone el análisis de los datos de resistencia a la flexión de la madera blanca, obtenidos a través de ensayos realizados en el laboratorio de suelos y concreto.

Análisis descriptivo de los datos obtenidos en laboratorio

Tabla 3

Resultado de la resistencia a flexión: madera patrón y con 1 capa de mallas de alambre galvanizado

Muestras	Resistencia a la flexión madera blanca con 1 capa de mallas de alambre galvanizado (Kg/cm2)	Resistencia a la flexión madera blanca patrón (Kg/cm2)
P1	567,89	515,64
P2	581,60	504,51
P3	557,61	506,22
P4	552,47	522,49
P5	569,60	513,07
P6	585,02	518,21
P7	561,04	520,78
P8	554,19	526,78
P9	574,74	506,22
P10	570,46	517,35
Media=	567,46 kg/cm2	515,13 kg/cm2

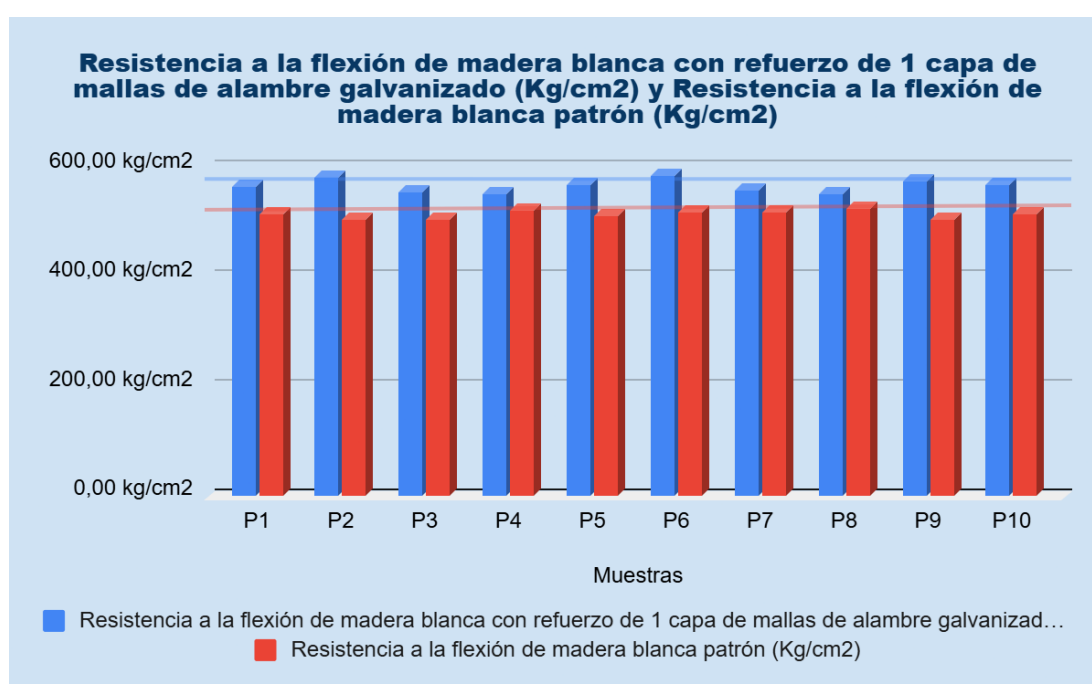
Interpretación:

La tabla muestra los resultados de la resistencia a la flexión (en kg/cm2) para dos grupos: madera blanca con refuerzo de 1 capa de mallas de alambre

galvanizado y madera blanca patrón (sin refuerzo). En el grupo con refuerzo, los valores oscilan entre 552,47 kg/cm² (P4) y 585,02 kg/cm² (P6), con una media de 567,46 kg/cm², indicando una resistencia consistentemente mayor en todas las muestras en comparación con el grupo patrón. Este último presenta un rango más estrecho, entre 504,51 kg/cm² (P2) y 526,78 kg/cm² (P8), y una media de 515,13 kg/cm². La diferencia entre las medias (52,33 kg/cm²) sugiere que el refuerzo con mallas de alambre galvanizado incrementa significativamente la resistencia a la flexión de la madera blanca.

Figura 3

Comparación de la resistencia a flexión: madera patrón y con 1 capa de mallas de alambre galvanizado



Interpretación:

La figura compara la resistencia a la flexión entre la madera blanca con refuerzo de malla de alambre galvanizado y la madera patrón (sin refuerzo), destacando que el grupo con refuerzo alcanza un valor máximo de 585,02 kg/cm² (P6), significativamente mayor que el máximo del grupo patrón (526,78 kg/cm², P8). Esta diferencia de 58,24 kg/cm² entre los picos de resistencia refuerza la evidencia de que el refuerzo con malla galvanizada mejora notablemente la capacidad de carga de la madera. Además, la consistencia en los valores altos del grupo con refuerzo (todos por encima 552,47 kg/cm²)

contrasta con la dispersión más moderada del grupo patrón, confirmando que el material reforzado no solo es más resistente, sino también más uniforme en su desempeño.

Tabla 4

Resultado de la resistencia a flexión: madera patrón y con 2 capas de mallas de alambre galvanizado

Muestras	Resistencia a la flexión madera blanca con 2 capa de mallas de alambre galvanizado (Kg/cm2)	Resistencia a la flexión madera blanca patrón (Kg/cm2)
P1	691,23	515,64
P2	675,82	504,51
P3	703,23	506,22
P4	698,09	522,49
P5	694,66	513,07
P6	682,67	518,21
P7	688,66	520,78
P8	677,53	526,78
P9	686,09	506,22
P10	692,09	517,35
Media=	689,01 kg/cm2	515,13 kg/cm2

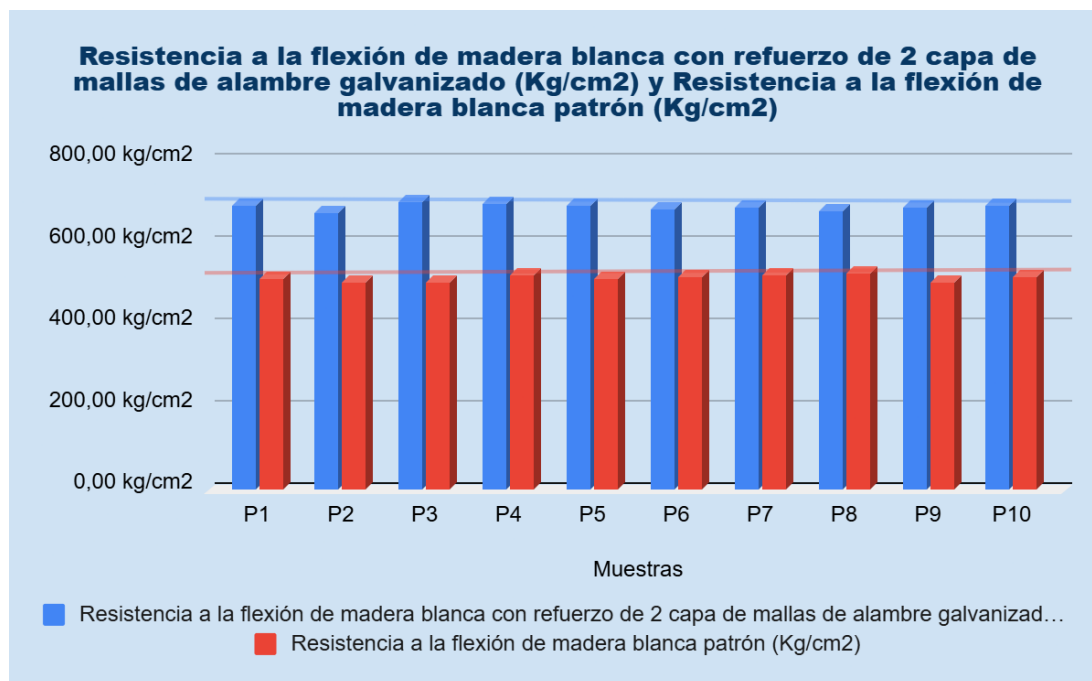
Interpretación:

La tabla muestra la resistencia a la flexión de la madera blanca reforzada con 2 capas de malla de alambre galvanizado en comparación con la madera patrón (sin refuerzo). El grupo con doble refuerzo presenta un rango de valores entre 675,82 kg/cm2 (P2) y 703,23 kg/cm2 (P3), con una media de 689,01 kg/cm2, lo que evidencia un aumento significativo en la resistencia respecto al grupo patrón, cuyos valores oscilan entre 504,51 kg/cm2 (P2) y 526,78 kg/cm2 (P8), con una media de 515,13 kg/cm2. La diferencia entre las medias (173,88 kg/cm2) y el hecho de que todas las muestras reforzadas superen los 675 kg/cm2 confirman que el doble refuerzo no solo incrementa

la resistencia en más del 30% respecto a la madera patrón, sino que también proporciona un desempeño más homogéneo y robusto.

Figura 4

Comparación de la resistencia a flexión: madera patrón y con 2 capas de mallas de alambre galvanizado



Interpretación:

La figura compara gráficamente la resistencia a la flexión entre la madera blanca con doble capa de refuerzo de malla galvanizada y la madera patrón, destacando que el grupo reforzado alcanza un pico de 703,23 kg/cm² (P3), superando ampliamente el máximo del grupo patrón (526,78 kg/cm², P8), con una diferencia de 176,45 kg/cm². Esta brecha refleja el impacto significativo del doble refuerzo, elevando la resistencia en más del 33% respecto a la madera sin tratar. Además, el gráfico mostraría una clara separación visual entre ambas series de datos, con todas las muestras reforzadas agrupadas en el rango superior (675–703 kg/cm²), mientras que las no reforzadas se mantienen consistentemente por debajo de 530 kg/cm², reforzando la homogeneidad y superioridad mecánica del material con doble capa de malla.

Tabla 5

Resultado de la resistencia a flexión: madera patrón y con 3 capas de mallas de alambre galvanizado

Muestras	Resistencia a la flexión madera blanca con 3 capa de mallas de alambre galvanizado (Kg/cm2)	Resistencia a la flexión madera blanca patrón (Kg/cm2)
P1	447,12	515,64
P2	454,83	504,51
P3	442,84	506,22
P4	460,82	522,49
P5	448,83	513,07
P6	453,11	518,21
P7	445,40	520,78
P8	456,54	526,78
P9	459,97	506,22
P10	451,40	517,35
Media=	452,09 kg/cm2	515,13 kg/cm2

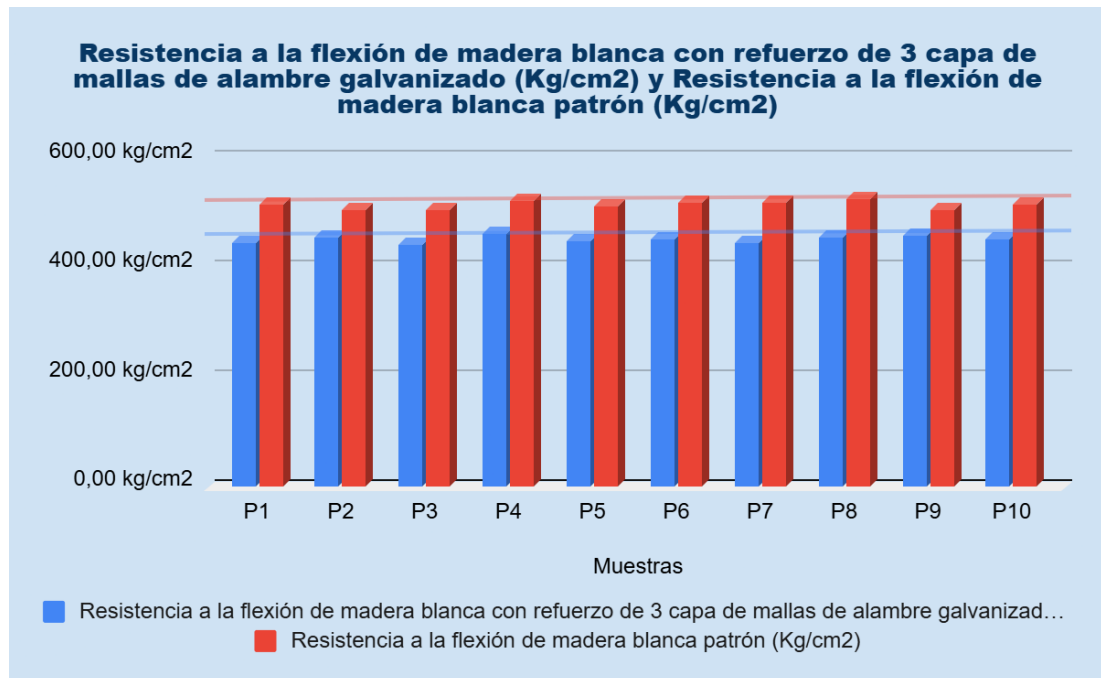
Interpretación:

La tabla revela un resultado inesperado: la madera blanca con 3 capas de refuerzo de malla galvanizada muestra una resistencia a la flexión inferior (media = 452,09 kg/cm²) en comparación con la madera patrón (media = 515,13 kg/cm²). El rango del grupo reforzado (442,84–460,82 kg/cm²) se sitúa consistentemente por debajo de los valores del grupo patrón (504,51–526,78 kg/cm²), con una diferencia media de 63,04 kg/cm² (≈12% menos). Esto sugiere que el exceso de capas de refuerzo (3) podría estar comprometiendo la integridad estructural de la madera, posiblemente debido a factores como rigidez excesiva, pérdida de flexibilidad natural del material, o problemas de adherencia entre capas. Este comportamiento contrasta marcadamente con los resultados positivos observados en las configuraciones de 1 y 2 capas,

indicando que existe un óptimo de refuerzo más allá del cual el desempeño mecánico se deteriora.

Figura 5

Comparación de la resistencia a flexión: madera patrón y con 3 capas de mallas de alambre galvanizado



Interpretación:

El gráfico revela una tendencia contraria a lo esperado: la madera con 3 capas de refuerzo (pico de 460,82 kg/cm² en P4) muestra valores consistentemente inferiores a los de la madera patrón (pico de 526,78 kg/cm² en P8), con una diferencia de 65,96 kg/cm² (≈14% menos). Visualmente, todas las barras del grupo reforzado quedarían por debajo de las del grupo control, destacando que el exceso de capas de malla reduce la resistencia en lugar de mejorarla. Este fenómeno podría representarse con una línea base claramente dividida, donde las muestras patrón superan sistemáticamente a las reforzadas, sugiriendo que tres capas generan rigidez excesiva o problemas de adherencia que comprometen la flexibilidad natural de la madera. Este resultado refuerza la hipótesis de que existe un límite óptimo para el refuerzo con malla galvanizada.

Tabla 6

Resultado resistencia a la flexión promedio: madera patrón y con refuerzo de 1, 2 y 3 capas de mallas de alambre galvanizado

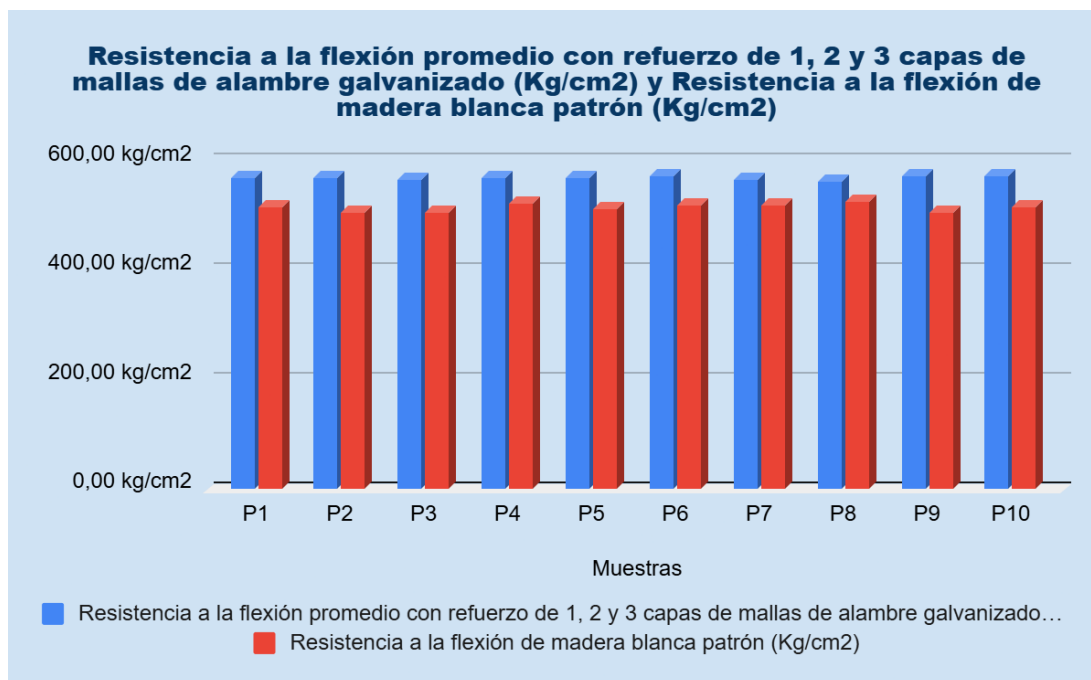
Muestras	Resistencia a la flexión promedio con refuerzo de 1, 2 y 3 capas de mallas de alambre galvanizado (Kg/cm2)	Resistencia a la flexión madera blanca patrón (Kg/cm2)
P1	568,75	515,64
P2	570,75	504,51
P3	567,89	506,22
P4	570,46	522,49
P5	571,03	513,07
P6	573,60	518,21
P7	565,03	520,78
P8	562,75	526,78
P9	573,60	506,22
P10	571,32	517,35
Media=	569,52 kg/cm2	515,13 kg/cm2

Interpretación:

La tabla muestra la resistencia a la flexión promedio de la madera blanca con refuerzo de 1, 2 y 3 capas de malla galvanizada en comparación con la madera patrón. El grupo reforzado presenta un rango estrecho de valores entre 562,75 kg/cm2 (P8) y 573,60 kg/cm2 (P6 y P9), con una media de 569,52 kg/cm2, superando consistentemente al grupo patrón, cuyos valores oscilan entre 504,51 kg/cm2 (P2) y 526,78 kg/cm2 (P8), con una media de 515,13 kg/cm2. La diferencia media de 54,39 kg/cm2 ($\approx 10.6\%$ mayor) confirma que el refuerzo con mallas mejora la resistencia, aunque el promedio sugiere que el beneficio óptimo se alcanza con 1 o 2 capas, ya que la inclusión de 3 capas (que previamente mostró resultados negativos) diluye parcialmente la ventaja mecánica. La homogeneidad de los datos reforzados (rango de solo ≈ 11 kg/cm2) destaca la fiabilidad de este método de refuerzo.

Figura 6

Comparación de la resistencia a flexión promedio: madera patrón y con refuerzo de 1, 2 y 3 capas de mallas de alambre galvanizado

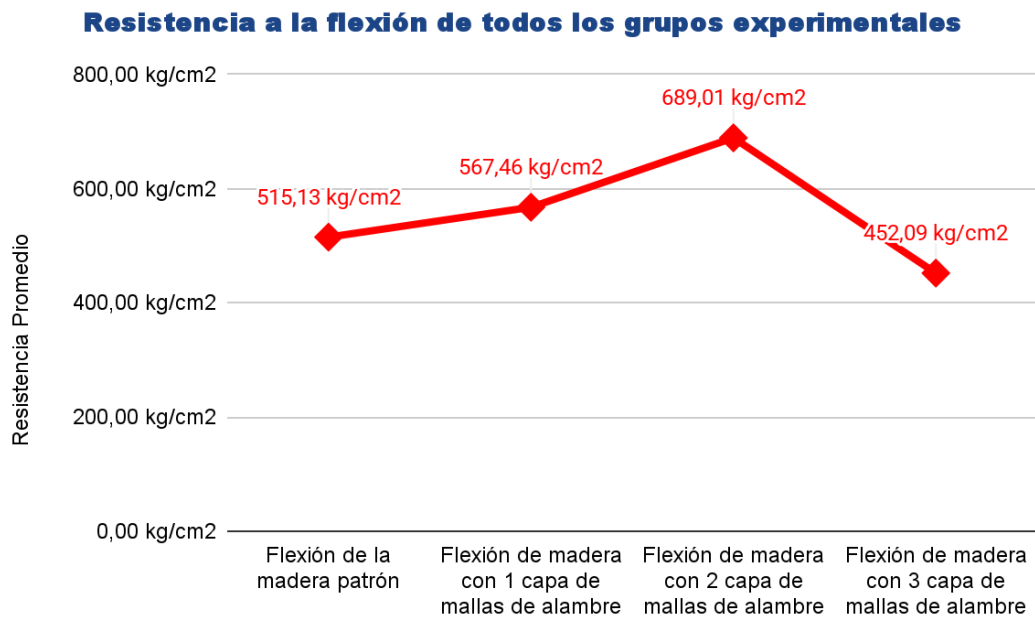


Interpretación:

El gráfico compara visualmente la resistencia a la flexión promedio de la madera reforzada (combinando 1, 2 y 3 capas de malla) frente a la madera patrón. El grupo reforzado alcanza un valor máximo de 573,60 kg/cm2 (P6 y P9), superando claramente el pico del grupo patrón (526,78 kg/cm2 en P8), con una diferencia de 46,82 kg/cm2 ($\approx 8.9\%$ mayor). La gráfica mostraría todas las barras del grupo reforzado por encima de las del patrón, destacando una ventaja consistente pero moderada, con un rango estrecho (562,75–573,60 kg/cm2) que refleja la estabilidad del refuerzo. Sin embargo, la cercanía relativa de estos promedios (569,52 vs. 515,13 kg/cm2) sugiere que el beneficio neto se ve atenuado por la inclusión de la configuración de 3 capas (que previamente redujo la resistencia), indicando que el máximo potencial de refuerzo se lograría al optimizar el número de capas (1 o 2), evitando el exceso que perjudica el desempeño. La separación visual entre ambas series confirma la eficacia general del refuerzo, pero con márgenes menores que en los casos de 1 o 2 capas individuales.

Figura 7

Comparación de la resistencia a la flexión de todos los grupos experimentales



Interpretación:

El gráfico muestra la comparación de la resistencia a la flexión de distintos grupos experimentales de madera reforzada con mallas de alambre respecto a la madera patrón. Se observa que la madera patrón presenta una resistencia promedio de 515,13 kg/cm², la cual aumenta progresivamente con la incorporación de mallas, alcanzando 567,46 kg/cm² con una capa y un máximo de 689,01 kg/cm² con dos capas, lo que evidencia que el refuerzo en este nivel mejora significativamente la capacidad a la flexión. Sin embargo, al añadir tres capas de malla, la resistencia disminuye a 452,09 kg/cm², por debajo incluso de la madera sin refuerzo, lo que sugiere que un exceso de mallas puede generar efectos contraproducentes en el comportamiento estructural del material.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

El contraste de las hipótesis se ha realizado empleando el programa estadístico SPSS.

Para la hipótesis general

HG: La inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*) - Huánuco - 2024.

HG0: La inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado NO tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*) - Huánuco - 2024.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis general

Tabla 7

Prueba normalidad: resistencia a flexión promedio en madera blanca patrón y con refuerzo de 1, 2 y 3 capas de mallas de alambre galvanizado

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la flexión de madera blanca patrón (Kg/cm2)	,940	10	,558
Resistencia a la flexión promedio con refuerzo de 1, 2 y 3 capas de mallas de alambre galvanizado (Kg/cm2)	,918	10	,343

Interpretación:

La tabla presenta los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk aplicada a los datos de resistencia a la flexión promedio de la madera blanca patrón y de la madera blanca reforzada con 1, 2 y 3 capas de malla de alambre galvanizado, obteniéndose en ambos casos valores de significancia de 0,558 y 0,343 respectivamente, superiores a 0,05, lo que indica que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad y, por tanto, los datos presentan una

distribución aproximadamente normal; en consecuencia, se procederá a aplicar una prueba t de Student para muestras independientes con el fin de comparar las medias de resistencia a la flexión de ambos grupos.

Análisis inferencial para la hipótesis general

Tabla 8

T Student: resistencia a la flexión promedio en madera blanca patrón y con refuerzo de 1, 2 y 3 capas de mallas de alambre galvanizado

Prueba de muestras independientes							
		Prueba de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias			
		F	Sig.	t	Sig. (bilateral)	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Resistencia a la flexión de madera blanca (Kg/cm ²)	Se asumen varianzas iguales	5.785	0.027	20.677	0.001	59.9174	48.8645
	No se asumen varianzas iguales			20.677	0.001	60.087	48.6949

Interpretación:

Del análisis realizado con el software estadístico SPSS se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado tiene un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (Schizolobium Parahyba) - Huánuco - 2024. Con una contrastación de ($t=20,677$; $p=0,001<0,05$).

Hipótesis específica 1:

HE1: La inserción de una capa de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼" tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (Schizolobium Parahyba).

HE0: La inserción de una capa de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼" NO tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (Schizolobium Parahyba).

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 1

Tabla 9

Prueba de normalidad: resistencia a la flexión de la madera blanca patrón y con refuerzo de 1 capa de mallas de alambre galvanizado

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la flexión de madera blanca patrón (Kg/cm2)	,940	10	,558
Resistencia a la flexión de madera blanca con refuerzo de 1 capa de mallas de alambre galvanizado (Kg/cm2)	,953	10	,707

Interpretación:

La tabla presenta los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk aplicada a los datos de resistencia a la flexión promedio de la madera blanca patrón y de la madera blanca reforzada con 1 capa de malla de alambre galvanizado, obteniéndose valores de significancia de 0,558 y 0,707 respectivamente, ambos superiores a 0,05, lo que indica que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad y, por tanto, los datos presentan una distribución aproximadamente normal; en consecuencia, se procederá a aplicar una prueba t de Student para muestras independientes con el fin de comparar las medias de resistencia a la flexión de ambos grupos.

Análisis inferencial para los datos de la hipótesis específica 1

Tabla 10

T Student: resistencia a la flexión en madera blanca patrón y con refuerzo de 1 capa de mallas de alambre galvanizado

Prueba de muestras independientes							
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias			
		F	Sig.	t	Sig. (bilateral)	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Resistencia a la flexión de madera blanca (Kg/cm ²)	Se asumen varianzas iguales	1.541	0.23	12.311	0.001	61.266	43.404
	No se asumen varianzas iguales			12.311	0.001	61.3544	43.3155

Interpretación:

Del análisis realizado con el software estadístico SPSS se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la inserción de una capa de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼" tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*). Con una contrastación de ($t=12,311$; $p=0,001<0,05$).

Hipótesis específica 2:

HE2: La inserción de dos capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ " tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*).

HE0: La inserción de dos capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ " NO tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*).

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 2

Tabla 11

Prueba de normalidad: resistencia a la flexión en madera blanca patrón y con refuerzo de 2 capas de mallas de alambre galvanizado

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la flexión de madera blanca patrón (Kg/cm2)	,940	10	,558
Resistencia a la flexión de madera blanca con refuerzo de 2 capa de mallas de alambre galvanizado (Kg/cm2)	,978	10	,956

Interpretación:

La tabla presenta los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk aplicada a los datos de resistencia a la flexión promedio de la madera blanca patrón y de la madera blanca reforzada con 2 capas de malla de alambre galvanizado, obteniéndose valores de significancia de 0,558 y 0,956 respectivamente, ambos superiores a 0,05, lo que indica que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad y, por tanto, los datos presentan una distribución aproximadamente normal; en consecuencia, se procederá a aplicar una prueba t de Student para muestras independientes con el fin de comparar las medias de resistencia a la flexión de ambos grupos.

Análisis inferencial para los datos de la hipótesis específica 2

Tabla 12

T Student: resistencia a la flexión en madera blanca patrón y con refuerzo de 2 capas de mallas de alambre galvanizado

		Prueba de muestras independientes					
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias			
		F	Sig.	t	Sig. (bilateral)	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Resistencia a la flexión de madera blanca (Kg/cm2)	Se asumen varianzas iguales	0.144	0.709	47.661	0.001	181.5447	166.2152
	No se asumen varianzas iguales			47.661	0.001	181.5562	166.2037

Interpretación:

Del análisis realizado con el software estadístico SPSS se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la inserción de dos capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ " tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*). Con una contrastación de ($t=47,661$; $p=0,001<0,05$).

Hipótesis específica 3:

HE3: La inserción de tres capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ " tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*).

HE0: La inserción de tres capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de $\frac{1}{4}$ " NO tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*).

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 3

Tabla 13

Prueba de normalidad: resistencia a la flexión en madera blanca patrón y con refuerzo de 3 capas de mallas de alambre galvanizado

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la flexión de madera blanca patrón (Kg/cm2)	,940	10	,558
Resistencia a la flexión de madera blanca con refuerzo de 3 capa de mallas de alambre galvanizado (Kg/cm2)	,966	10	,855

Interpretación:

La tabla presenta los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk aplicada a los datos de resistencia a la flexión promedio de la madera blanca patrón y de la madera blanca reforzada con 3 capas de malla de alambre galvanizado, obteniéndose valores de significancia de 0,558 y 0,855 respectivamente, ambos superiores a 0,05, lo que indica que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad y, por tanto, los datos presentan una distribución aproximadamente normal; en consecuencia, se procederá a aplicar una prueba t de Student para muestras independientes con el fin de comparar las medias de resistencia a la flexión de ambos grupos.

Análisis inferencial para los datos de la hipótesis específica 3

Tabla 14

T Student: resistencia a la flexión en madera blanca patrón y con refuerzo de 3 capas de mallas de alambre galvanizado

Prueba de muestras independientes						
Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias				
F	Sig.	t	Sig. (bilateral)	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
				Inferior	Superior	

Resistencia a la flexión de madera blanca (Kg/cm ²)	Se asumen varianzas iguales	0.507	0.486	20.573	0.001	56.6032	69.4787
	No se asumen varianzas iguales			20.573	0.001	56.5823	69.4996

Interpretación:

Del análisis realizado con el software estadístico SPSS se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la inserción de tres capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼" tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*). Con una contrastación de ($t=20,573$; $p=0,001<0,05$).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En comparación con lo reportado por Pérez (2014), quien identificó diferencias notables en la resistencia máxima a la compresión y en el módulo de elasticidad al aplicar normas UNE y ASTM en distintas especies de madera, mi investigación evidencia también la importancia de considerar técnicas de reforzamiento en la mejora del desempeño mecánico. Mientras que el estudio de Pérez resaltó la variabilidad y la falta de correlación entre normas y especies, en mi caso, el refuerzo de la madera blanca con dos capas de mallas de alambre galvanizado permitió incrementar su resistencia a la flexión en un 33,75 % respecto al patrón, alcanzando 689,01 kg/cm² frente a los 515,13 kg/cm² de la muestra de referencia. Este hallazgo confirma que, a diferencia de la variabilidad observada en los ensayos normativos, la aplicación de un refuerzo externo con mallas metálicas ofrece una mejora clara, consistente y significativa en la capacidad estructural de la madera, consolidando así la hipótesis planteada sobre el potencial de esta técnica para optimizar sus propiedades mecánicas.

A diferencia de lo evidenciado por Cajahuamán (2018), quien demostró que la condición de sequedad en maderas de Shihuahuaco y Huayruru incrementa significativamente su resistencia a la compresión y a la flexión con aumentos de hasta 124 % y 46 % en el primero, y de 99 % y 39 % en el segundo, en comparación con los valores de la norma E.010 para maderas en estado húmedo, en mi investigación se observó un comportamiento contrario al aplicar un refuerzo excesivo. En efecto, la madera blanca reforzada con tres capas de mallas de alambre galvanizado alcanzó una resistencia a la flexión de 452,09 kg/cm², lo que representa una disminución del 12,23 % respecto al patrón (515,13 kg/cm²). Este contraste sugiere que, mientras la reducción de humedad favorece un mejor desempeño mecánico en las especies estudiadas por Cajahuamán, la sobredosificación de refuerzos externos puede limitar la

capacidad estructural de la madera, probablemente por la rigidez excesiva o la alteración en la adecuada distribución de los esfuerzos internos.

En concordancia con lo señalado por Quispe (2021), quien demostró que tanto el shihuahuaco como la quinilla presentan altos valores de resistencia a la flexión 980 kg/cm^2 y 998 kg/cm^2 , respectivamente y módulos de elasticidad superiores, destacando la quinilla por su mayor capacidad de deformación y el shihuahuaco por su idoneidad estructural en columnas, mi investigación también confirma el potencial de mejorar el desempeño mecánico de la madera a través de tratamientos específicos. En mi caso, el refuerzo de la madera blanca con mallas de alambre galvanizado alcanzó un promedio de resistencia a la flexión de $569,52 \text{ kg/cm}^2$, lo que representa un incremento del 10,56 % respecto al patrón ($515,13 \text{ kg/cm}^2$). Este resultado evidencia que, aunque las especies evaluadas por Quispe muestran ventajas naturales propias, la adición de refuerzos externos constituye una alternativa viable para potenciar las propiedades de maderas menos resistentes, siempre que se emplee un número óptimo de capas, siendo dos la configuración más eficiente para lograr un equilibrio entre resistencia y elasticidad.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, concluimos en los siguiente:

Para el objetivo general: Determinar el efecto de la inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*) - Huánuco - 2024, se concluye que la inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado tiene un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($t=20,677$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a la flexión aumenta al utilizar 1, 2 y 3 capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado, con una media de 569,52 kg/cm², en comparación con las muestras patrón, cuya resistencia a la flexión promedio es de 515,13 kg/cm².

Para el objetivo específico 1: Determinar el efecto que ocasiona la inserción de una capa de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼" en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*), se concluye que la inserción de una capa de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼" tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*). Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($t=12,311$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a la flexión aumenta al utilizar 1 capa de malla cuadrada de alambre galvanizado, con una media de 567,46 kg/cm², en comparación con las muestras patrón, cuya resistencia a la flexión promedio es de 515,13 kg/cm².

Para el objetivo específico 2: Determinar el efecto que ocasiona la inserción de dos capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼" en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*), se concluye que la inserción de dos capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼" tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*). Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($t=47,661$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a la flexión aumenta al utilizar 2 capas de

mallas cuadradas de alambre galvanizado, con una media de 689,01 kg/cm², en comparación con las muestras patrón, cuya resistencia a la flexión promedio es de 515,13 kg/cm².

Para el objetivo específico 3: Determinar el efecto que ocasiona la inserción de tres capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼" en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*), se concluye que la inserción de tres capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼" tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (*Schizolobium Parahyba*). Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($t=20,573$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a la flexión disminuye al utilizar 3 capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado, con una media de 452,09 kg/cm², en comparación con las muestras patrón, cuya resistencia a la flexión promedio es de 515,13 kg/cm².

RECOMENDACIONES

Variar el tipo y calibre de la malla metálica: Evaluar el comportamiento de la madera blanca reforzada con diferentes tipos de mallas (hexagonales, electrosoldadas, etc.) y calibres de alambre galvanizado, a fin de identificar configuraciones que optimicen la resistencia mecánica y el peso del elemento.

Incorporar otros métodos de refuerzo: Comparar la efectividad de las mallas metálicas con otros materiales de refuerzo, como fibras de vidrio, polímeros reforzados con fibra de carbono o laminados de madera, para establecer su competitividad técnica y económica.

Analizar el comportamiento frente a otras solicitaciones mecánicas: Extender el estudio a pruebas de compresión, tracción paralela y perpendicular a la fibra, así como resistencia al impacto, para obtener una caracterización integral del refuerzo en madera blanca.

Evaluar el desempeño a largo plazo: Realizar ensayos de durabilidad en condiciones de intemperie y variaciones de humedad para determinar el efecto del refuerzo en la resistencia mecánica con el paso del tiempo y en entornos reales de uso.

Ampliar el estudio a otras especies maderables locales: Aplicar la técnica de refuerzo con mallas metálicas en maderas de distinta densidad y resistencia presentes en la región de Huánuco, con el objetivo de diversificar las opciones de aprovechamiento de recursos forestales.

Optimizar el proceso de inserción de la malla: Investigar técnicas de instalación, como el encolado o el enchapado, que permitan mejorar la adherencia entre la malla y la madera, reduciendo posibles concentraciones de esfuerzo y fallas prematuras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceros Torices. (2020). *Alambre galvanizado - Productos de acero*. Recuperado el 21 de November de 2023, de Aceros Torices: <https://acerostorices.com.mx/acero-corrugado/alambre-galvanizado/>
- Almeyda Velandia, F. A., & Serrano Delgado, G. H. (2010). *Guía para la administración de los materiales de construcción aplicada a proyectos de obra civil autores: ingeniero civil fa*. Recuperado el 8 de November de 2023, de Repositorio Institucional de la Universidad Pontificia Bolivariana: https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1235/digital_19978.pdf?sequence=1
- Alvis Gordo, J. F., & Cabas Giraldo, L. D. (2015). PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MADERA DE URACO (Ocotea brevipetiolata van der Werff), MUNICIPIO DE SIBUNDOY, PUTUMAYO. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612017000100008
- Araujo, M. V. (2020). *Qué es Enfoque cuantitativo + características y etapas*. Recuperado el 8 de November de 2023, de Procrastina Fácil: <https://procrastinafacil.com/enfoque-cuantitativo/>
- Aróstegui, A., & Acevedo M., M. (2011). Evaluación de las propiedades físico-mecanica y usos probables de las maderas de 20 especies de Jenaro Herrera - Loreto. Obtenido de [http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol05_no1-2_Ene71-Dic74_\(08\)/vol5_art1.pdf](http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol05_no1-2_Ene71-Dic74_(08)/vol5_art1.pdf)
- Barrueta Marcellini, A. G. (2018). Determinación de la resistencia a la flexión en vigas de la madera tornillo comercializada en el distrito de Huánuco, provincia de Huánuco, Huánuco - 2017. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/3500>
- Blandón Uribe, C. A. (2018). COMPORTAMIENTO DE UN ELEMENTO ESTRUCTURAL CONSTRUIDO EN MADERA LAMINADA REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO. Obtenido de <https://repository.eia.edu.co/server/api/core/bitstreams/7369dd0c-03d4-432a-9fd9-d6d0e520ad8a/content>

- Bravo Morales, N. (2009). *Manual para la identificación de maderas forestales (página 2)*. Recuperado el 8 de November de 2023, de Monografias.com: <https://www.monografias.com/trabajos75/manual-identificacion-maderas-forestales/manual-identificacion-maderas-forestales2>
- Bueno Valera, J. (2017). Análisis comparativo de la resistencia a flexión entre vigas macizas y vigas laminadas, encoladas y prensadas, tipo sándwich utilizando madera de pino radiata, en Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1500>
- Cajahuaman Paucar, R. L. (2018). Determinación de valores admisibles para el diseño estructural especies shihuahuaco y huayruro con madera seca.
- Cajal, A. (11 de May de 2020). *Observación directa: características, tipos y ejemplo*. Recuperado el 9 de November de 2023, de Lifeder: <https://www.lifeder.com/observacion-directa/>
- Carrasco Díaz, S. (2015). *Metodología de la investigación científica: pautas metodologicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. San Marcos.
- Chang Nieto, G., & Pérez Avendaño, D. (2015). *Guía de laboratorio de resistencia de materiales*. Universidad del Magdalena.
- Charon, P. (1979). *Cálculo práctico de vigas, pórticos y Marcos*. Editores Técnicos Asociados.
- Collieu, A. M., Collieu, A. M., & Powney, D. J. (1977). *Propiedades mecanicas y termicas de los materiales*. Reverté.
- Delgado, P. (31 de July de 2017). *Propiedades y especies para madera estructural II: Propiedades mecánicas de la madera*. Recuperado el 21 de November de 2023, de Maderea: <https://www.maderea.es/propiedades-y-especies-para-madera-estructural-ii-propiedades-mecanicas-de-la-madera/>
- Dutscher Eishüttenleute, V. (2021). *El acero en la construcción. Volumen 2*. (J. Pinos Calvet, Trad.) Reverte.
- Ecuador Forestal. (2020). *Untitled*. Recuperado el 21 de November de 2023, de Ecuador Forestal: <https://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/08/PACHACO.pdf>

- Grupo Pinto S.A. (s.f.). *Alambre galvanizado*. Obtenido de <https://www.grupopintosa.com/?product=alambre-galvanizado>
- Guerrero Pérez, D. J. (2013). Trabajabilidad a tres niveles de fuste de la madera Pashaco Blanco (*Schizolobium Parahyba*) procedentes del bosque secundario - Ucayali. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Hernández Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- ICONTEC. (1973). *Maderas determinación de la resistencia a la flexión*. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Maderas/-nT_MAAACAAJ?hl=es-419
- Justiniano, M. J., Pariona, W., & Fredericksen, T. S. (2001). Ecología y silvicultura de especies menos conocidas (*Schizolobium parahyba*). BOLFOR.
- Mallas Fabrimac. (2019). *Mallas Fabrimac*. Recuperado el 21 de November de 2023, de Mallas Fabrimac: <https://www.mallasfabrimac.com/mcgpp.php>
- Medina Sánchez, E. (2007). *Construcción de la Estruturade Hormigon Armado.(2E)*. Delta.
- Mejia, T. (27 de August de 2020). *Investigación explicativa: características, técnicas, ejemplos*. Recuperado el 9 de November de 2023, de Lifeder: https://www.lifeder.com/investigacion-explicativa/#google_vignette
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2014). *Norma E.010 - Madera*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Miquel, J., Cervera Ruiz, M., & Blanco Díaz, E. (2015). *Resistencia de materiales y estructuras*. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería.
- Narvaez, M. (2022). *¿Qué es una población? Definición, tipos y métodos de estudio*. Recuperado el 9 de November de 2023, de QuestionPro: <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-una-poblacion/>
- Ortega, C. (2021). *Investigación aplicada: Definición, tipos y ejemplos*. Recuperado el 8 de November de 2023, de QuestionPro: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-aplicada/>
- Pérez Ortega, Á. (2014). Comparación de ensayos a compresión de madera estructural mediante norma UNE y norma ASTM. Obtenido de

<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/6569/TFM-L150.pdf?sequence=1>

Pérez Porto, J., & Merino, M. (2019). Galvanizado - qué es, definición y concepto. Obtenido de <https://definicion.de/galvanizado/>

Pérez, J. (2019). *Revestimiento, pérgola, marquesina - Qué es, definición y concepto*. Recuperado el 21 de November de 2023, de Definición.de: <https://definicion.de/revestimiento/>

Pino Gotuzzo, R. (2018). *Metodología de la investigación: elaboración de diseños para contrastar hipótesis*. San Marcos.

Quezada Lucio, N. (2010). *Metodología de la investigación: estadística aplicada en la investigación*. Editorial Macro.

Quispe Rojas, S. V. (2021). Análisis comparativo de la resistencia a la flexión en vigas de la madera Shihuahuaco y Quinilla comercializada en el Distrito de Irazola - Provincia de Padre Abad – Departamento de Ucayali – 2021. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.13080/7446>

Ruiz, L., Castillero, O., Montagud, N., Guzmán, G., Santamaría, M., Soriano, J., . . . Torres, A. (4 de July de 2019). *Investigación cuasi experimental: ¿qué es y cómo está diseñada?* Recuperado el 9 de November de 2023, de Psicología y Mente: <https://psicologiaymente.com/miscelanea/investigacion-cuasi-experimental>

Sánchez, E. V. (Ed.). (2016). *XXI Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica: Libro de Artículos*. Universidad Miguel Hernández.

Urbina Ramos, L. D. (2017). Propiedades mecánicas de la madera de raleo procedente de plantaciones de cuatro años de guazuma crinita martius (bolaina blanca) - Huánuco.

Westreicher, G. (1 de April de 2022). *Muestreo no probabilístico - Qué es, definición y concepto | 2023*. Recuperado el 9 de November de 2023, de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/muestreo-no-probabilistico.html>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Rojas Morales, L. A. (2025). *Análisis de la resistencia a la flexión de madera blanca (Schizolobium Parahyba) reforzado con mallas de alambre, Huánuco - 2024*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. url: <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1410-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 24 de junio de 2024

Visto, el Oficio N° 974-2024-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MADERA BLANCA (SCHIZOLOBIUM PARAHYBA) REFORZADO CON MALLAS DE ALAMBRE, HUÁNUCO - 2024"**, presentado por el (la) Bach. **Luis Armando ROJAS MORALES**.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 0388-2024-D-FI-UDH, de fecha 01 de marzo de 2024, perteneciente al Bach. **Luis Armando ROJAS MORALES** se le designó como ASESOR(A) al Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara., docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 974-2024-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MADERA BLANCA (SCHIZOLOBIUM PARAHYBA) REFORZADO CON MALLAS DE ALAMBRE, HUÁNUCO - 2024"**, presentado por el (la) Bach. **Luis Armando ROJAS MORALES**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Reynaldo Favio Suarez Landauro (Presidente), Mg. Ingrid Delia D. Arteaga Espinoza (Secretario) e Ing. Josue Choquevilca Chinguel (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: **"ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MADERA BLANCA (SCHIZOLOBIUM PARAHYBA) REFORZADO CON MALLAS DE ALAMBRE, HUÁNUCO - 2024"**, presentado por el (la) Bach. **Luis Armando ROJAS MORALES** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Ing. Ethel Jhovani Monzon Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Mg. Bertha Campos Rios
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 0388-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 01 de marzo de 2024

Visto, el Oficio N° 257-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 473586-0000001186, del Bach. **Luis Armando ROJAS MORALES**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 473586-0000001186, presentado por el (la) Bach. **Luis Armando ROJAS MORALES**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone al Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - **DESIGNAR**, como Asesor de Tesis del Bach. **Luis Armando ROJAS MORALES** al Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
[Signature]
Ing. Ethel Jhonani Manzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Signature]
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ANEXO 3

PANEL FOTOGRAFICO

Figura 8

Recolección y verificación de dimensiones de las muestras



Figura 9

Adquisición de adhesivo sintético



Figura 10

Adquisición de mallas cuadradas de alambre galvanizado



Figura 11

Verificación de las dimensiones de las mallas cuadradas de alambre galvanizado



Figura 12

Adherencia de la malla de alambre galvanizado con adhesivo sintético en la madera blanca



Figura 13

Laminado de la madera blanca con abrazaderas metálicas y adhesivo sintético



Figura 14

Laminado de la madera blanca con abrazaderas metálicas y adhesivo sintético



Figura 15

Población de muestras de madera blanca antes de ser ensayadas a flexión



Figura 16

Ensayo a flexión de las muestras de madera blanca patrón



Figura 17

Rotura por flexión de las muestras de madera patrón



Figura 18

Ensayo a flexión de las muestras de madera blanca con 1 capa de malla de alambre galvanizado



Figura 19

Rotura por flexión de las muestras de madera blanca con 1 capa de malla de alambre galvanizado



Figura 20

Ensayo a flexión de las muestras de madera blanca con 2 capas de malla de alambre galvanizado



Figura 21

Rotura por flexión de las muestras de madera blanca con 2 capa de malla de alambre galvanizado



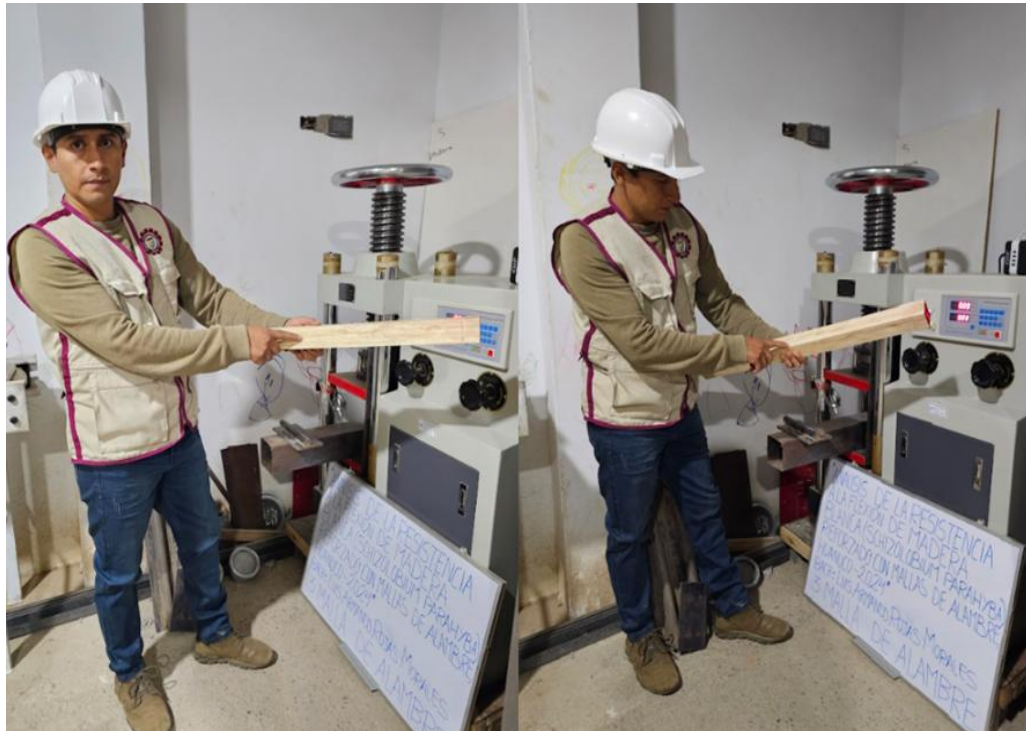
Figura 22

Ensayo a flexión de las muestras de madera blanca con 3 capa de malla de alambre galvanizado



Figura 23

Rotura por flexión de las muestras de madera blanca con 3 capa de malla de alambre galvanizado



ANEXO 4

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MADERA BLANCA (SCHIZOLOBIUM PARAHYBA) REFORZADO CON MALLAS DE ALAMBRE, HUÁNUCO - 2024”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
Problema general PG: ¿Cuál el efecto de la inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado en la resistencia a la flexión de la madera blanca (Schizolobium Parahyba)- Huánuco – 2024? Problema específico PE1: ¿Qué efecto ocasiona la inserción de una capa de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼” en la resistencia a la flexión de la madera blanca (Schizolobium Parahyba)? PE2: ¿Qué efecto ocasiona la inserción de dos capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼” en la resistencia a la flexión de la	Objetivo general OG: Determinar el efecto de la inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado en la resistencia a la flexión de la madera blanca (Schizolobium Parahyba)- Huánuco - 2023. Objetivos específicos PE1: ¿Qué efecto ocasiona la inserción de una capa de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼” en la resistencia a la flexión de la madera blanca (Schizolobium Parahyba)? PE2: ¿Qué efecto ocasiona la inserción de dos capas de mallas cuadradas de	Hipótesis general HG: La inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (Schizolobium Parahyba) - Huánuco - 2023. Hipótesis específica HE1: La inserción de una capa de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼” tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (Schizolobium Parahyba). HE2: La inserción de dos capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼” tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (Schizolobium Parahyba).	Enfoque: Enfoque cuantitativo. Alcance o nivel: Alcance explicativo. Diseño: Diseño cuasi experimental. Técnica de investigación: Observación Instrumentos: Ficha de laboratorio de ensayo a flexión estática para maderas. Población: La población va estar conformada por 40 probetas de madera, en estas están incluidos las muestras sin y con inserción de mallas cuadradas de alambre galvanizado.

madera blanca (Schizolobium Parahyba)?

PE3: ¿Qué efecto ocasiona la inserción de tres capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼" en la resistencia a la flexión de la madera blanca (Schizolobium Parahyba)?

alambre galvanizado de ¼" en la resistencia a la flexión de la madera blanca (Schizolobium Parahyba)?

PE3: ¿Qué efecto ocasiona la inserción de tres capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼" en la resistencia a la flexión de la madera blanca (Schizolobium Parahyba)?

HE3: La inserción de tres capas de mallas cuadradas de alambre galvanizado de ¼" tienen un efecto significativo en la resistencia a la flexión de la madera blanca (Schizolobium Parahyba).

Variables

Variable dependiente

Resistencia a la flexión de maderas.

Variable independiente

Mallas cuadradas de alambre galvanizado.

Muestra:

La muestra tomada es la no probabilística, en donde es un subconjunto de elementos seleccionados de la población de interés sin utilizar un proceso de selección aleatorio.

ANEXO 5

INSTRUMENTOS DE RECOJO DE DATOS



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	MADERA. MÉTODO PARA DETERMINAR LA FLEXIÓN ESTÁTICA
NORMA:	NTP- 251.017 - 2004
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MADERA BLANCA (SCHIZOLOBIUM PARAHYBA) REFORZADO CON MALLAS DE ALAMBRE, HUÁNUCO -2024
SOLICITA:	Bach. Luis Armando Rojas Morales
FECHA:	JULIO 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	MALLAS CUADRADAS DE ALAMBRE GALVANIZADO	FECHA DE ENSAYO	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	MOR (kg/cm ²)
			(L) cm	(a) cm	(e) cm			
M-1	PATRON	24/07/2025	70 cm	5 cm	5 cm	6.02 KN	613.86 kg	515.64 kg/cm ²
M-2	PATRON	24/07/2025	70 cm	5 cm	5 cm	5.89 KN	600.60 kg	504.51 kg/cm ²
M-3	PATRON	24/07/2025	70 cm	5 cm	5 cm	5.91 KN	602.64 kg	506.22 kg/cm ²
M-4	PATRON	24/07/2025	70 cm	5 cm	5 cm	6.10 KN	622.02 kg	522.49 kg/cm ²
M-5	PATRON	24/07/2025	70 cm	5 cm	5 cm	5.99 KN	610.80 kg	513.07 kg/cm ²
M-6	PATRON	24/07/2025	70 cm	5 cm	5 cm	6.05 KN	616.92 kg	518.21 kg/cm ²
M-7	PATRON	24/07/2025	70 cm	5 cm	5 cm	6.08 KN	619.98 kg	520.78 kg/cm ²
M-8	PATRON	24/07/2025	70 cm	5 cm	5 cm	6.15 KN	627.12 kg	526.78 kg/cm ²
M-9	PATRON	24/07/2025	70 cm	5 cm	5 cm	5.91 KN	602.64 kg	506.22 kg/cm ²
M-10	PATRON	24/07/2025	70 cm	5 cm	5 cm	6.04 KN	615.90 kg	517.35 kg/cm ²

PROMEDIO 6.01 KN 613.25 kg 515.13 kg/cm²

$$MOR = \frac{3PL}{2ae^2}$$

En donde:

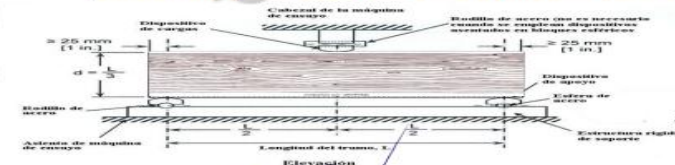
Mor: Es el módulo de rotura, en

P: Es la carga máxima de rotura

L: distancia entre los soportes, luz de la probeta (cm).

a: ancho de la probeta (cm)

e: espesor de la probeta (cm)



N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
laboratorio.montana.ing@gmail.com
962306428



AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Gerlyn G. Abal Garcia
INGENIERO CIVIL
Reg. C. P. 130756

Página 1 | 4



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	MADERA. MÉTODO PARA DETERMINAR LA FLEXIÓN ESTÁTICA
NORMA:	NTP- 251.017 - 2004
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MADERA BLANCA (SCHIZOLOBIUM PARAHYBA) REFORZADO CON MALLAS DE ALAMBRE, HUÁNUCO -2024
SOLICITA:	Bach. Luis Armando Rojas Morales
FECHA:	JULIO 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	MALLAS CUADRADAS DE ALAMBRE GALVANIZADO	FECHA DE ENSAYO	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	MOR (kg/cm²)
			(L) cm	(a) cm	(e) cm			
M-1	1 CAPA	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	6.63 KN	676.06 kg	567.89 kg/cm²
M-2	1 CAPA	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	6.79 KN	692.38 kg	581.60 kg/cm²
M-3	1 CAPA	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	6.51 KN	663.82 kg	557.61 kg/cm²
M-4	1 CAPA	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	6.45 KN	657.71 kg	552.47 kg/cm²
M-5	1 CAPA	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	6.65 KN	678.10 kg	569.60 kg/cm²
M-6	1 CAPA	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	6.83 KN	696.46 kg	585.02 kg/cm²
M-7	1 CAPA	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	6.55 KN	667.90 kg	561.04 kg/cm²
M-8	1 CAPA	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	6.47 KN	659.75 kg	554.19 kg/cm²
M-9	1 CAPA	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	6.71 KN	684.22 kg	574.74 kg/cm²
M-10	1 CAPA	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	6.66 KN	679.12 kg	570.46 kg/cm²

PROMEDIO	6.63 KN	675.55 kg	567.46 kg/cm²
----------	---------	-----------	---------------

$$MOR = \frac{3PL}{2ae^2}$$

En donde:

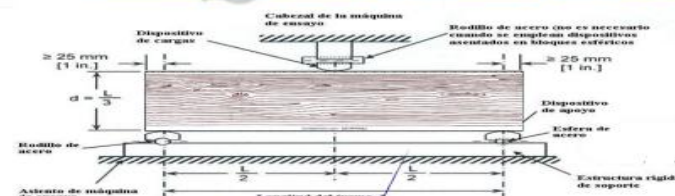
Mor: Es el módulo de rotura, en

P: Es la carga máxima de rotura

L : distancia entre los soportes, luz de la probeta (cm).

a: ancho de la probeta (cm)

e: espesor de la probeta (cm)



N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
 laboratorio.montana.ing@gmail.com
 967306470

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

Gerlyn G. Abad Garcia
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C. I. P. 130756

Página 2 | 4



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	MADERA. MÉTODO PARA DETERMINAR LA FLEXIÓN ESTÁTICA
NORMA:	NTP- 251.017 - 2004
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MADERA BLANCA (SCHIZOLOBIUM PARAHYBA) REFORZADO CON MALLAS DE ALAMBRE, HUÁNUCO -2024
SOLICITA:	Bach. Luis Armando Rojas Morales
FECHA:	JULIO 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	MALLAS CUADRADAS DE ALAMBRE GALVANIZADO	FECHA DE ENSAYO	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	MOR (kg/cm2)
			(L) cm	(a) cm	(e) cm			
M-1	2 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	8.07 KN	822.90 kg	691.23 kg/cm²
M-2	2 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	7.89 KN	804.54 kg	675.82 kg/cm²
M-3	2 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	8.21 KN	837.17 kg	703.23 kg/cm²
M-4	2 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	8.15 KN	831.06 kg	698.09 kg/cm²
M-5	2 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	8.11 KN	826.98 kg	694.66 kg/cm²
M-6	2 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	7.97 KN	812.70 kg	682.67 kg/cm²
M-7	2 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	8.04 KN	819.84 kg	688.66 kg/cm²
M-8	2 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	7.91 KN	806.58 kg	677.53 kg/cm²
M-9	2 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	8.01 KN	816.78 kg	686.09 kg/cm²
M-10	2 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	8.08 KN	823.92 kg	692.09 kg/cm²

PROMEDIO	8.04 KN	820.25 kg	689.01 kg/cm²
----------	---------	-----------	---------------

$$MOR = \frac{3PL}{2ae^2}$$

En donde:

Mor: Es el módulo de rotura, en

P: Es la carga máxima de rotura

L: distancia entre los soportes, luz de la probeta (cm).

a: ancho de la probeta (cm)

e: espesor de la probeta (cm)



N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna

laboratorio.montana.ing@gmail.com



AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Gerlyn G. Abal Garcia
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 130756

Página 3 | 4



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO:	MADERA. MÉTODO PARA DETERMINAR LA FLEXIÓN ESTÁTICA
NORMA:	NTP- 251.017 - 2004
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MADERA BLANCA (SCHIZOLOBIUM PARAHYBA) REFORZADO CON MALLAS DE ALAMBRE, HUÁNUCO -2024
SOLICITA:	Bach. Luis Armando Rojas Morales
FECHA:	JULIO 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	MALLAS CUADRADAS DE ALAMBRE GALVANIZADO	FECHA DE ENSAYO	ESPECÍMENES			CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	MOR (kg/cm ²)
			(L) cm	(a) cm	(e) cm			
M-1	3 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	5.22 KN	532.28 kg	447.12 kg/cm ²
M-2	3 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	5.31 KN	541.46 kg	454.83 kg/cm ²
M-3	3 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	5.17 KN	527.18 kg	442.84 kg/cm ²
M-4	3 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	5.38 KN	548.60 kg	460.82 kg/cm ²
M-5	3 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	5.24 KN	534.32 kg	448.83 kg/cm ²
M-6	3 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	5.29 KN	539.42 kg	453.11 kg/cm ²
M-7	3 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	5.20 KN	530.24 kg	445.40 kg/cm ²
M-8	3 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	5.33 KN	543.50 kg	456.54 kg/cm ²
M-9	3 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	5.37 KN	547.58 kg	459.97 kg/cm ²
M-10	3 CAPAS	14/12/2024	70 cm	5 cm	5 cm	5.27 KN	537.38 kg	451.40 kg/cm ²

PROMEDIO	5.28 KN	538.20 kg	452.09 kg/cm ²
----------	---------	-----------	---------------------------

$$MOR = \frac{3 P L}{2 a e^2}$$

En donde:

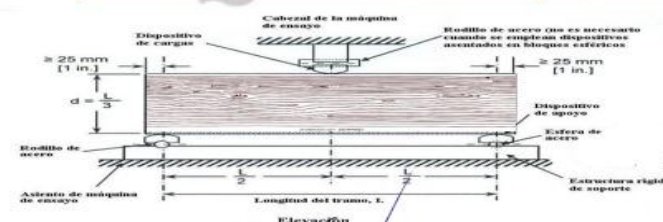
Mor: Es el módulo de rotura, en

P: Es la carga máxima de rotura

L : distancia entre los soportes, luz de la probeta (cm).

a: ancho de la probeta (cm)

e: espesor de la probeta (cm)



N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
laboratorio.montana.ing@gmail.com
962306428

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Gerlyn G. Abal Garcia
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 130756

Página 4 | 4

ANEXO 6

PLANO DE UBICACIÓN LOCALIZACIÓN

