

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“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”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**TESISTA:**

**SAILOR VALENTIN QUISPE ROJAS**

**ASESOR:**

**Mg. JIM ARTURO RIVERA VIDAL**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2022**



## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a Dios por ser mi fortaleza en los momentos más difíciles de la carrera. A mi Papá y mi Mamá por haberme dado su apoyo incondicional durante estos años y por ser esa razón más grande aliciente para el cumplimiento de mis objetivos que significan alegría y orgullo para mí y también para ellos.

Dedico este importante logro a mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas que durante estos años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Sailor Valentin Quispe Rojas



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco al laboratorio de análisis de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía y de la Universidad Nacional de Ucayali por su predisposición al permitirme realizar los ensayos mecánicos de la tesis.

Gracias a mis maestros de la Facultad de ingeniería civil y arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco por el tiempo y conocimientos brindados.

Agradezco a las casas madereras de la ciudad de San Alejandro-Irazola que contribuyeron con adecuar las maderas a los tamaños necesarios de las probetas.

Gracias a mi familia por su comprensión y estímulo constante, además su apoyo incondicional a lo largo del desarrollo de este trabajo.

SVQR.



## RESUMEN

La presente investigación titulada “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”, tuvo como objetivo principal comparar las resistencias a la flexión en vigas de las maderas shihuahuaco y quinilla. Por lo cual se ha realizado una serie de procedimientos, desde la obtención de la materia prima hasta su constitución en forma de probetas estandarizadas, ensayos en laboratorio aplicando las Normas Técnicas Peruanas y el Reglamento Nacional de Edificaciones, el procesamiento de datos se realizó tabulando los datos en Excel, describiendo y comparando datos, el análisis inferencial se realizó con el software SPSS para la validación de las hipótesis usando el Test de T Student. El tipo de investigación realizada fue aplicada tecnológica, con un nivel y diseño experimental, con resultados cuantitativos, determinando así que la resistencia a la flexión en vigas de la madera shihuahuaco estadísticamente son similares al de la quinilla; pero, la quinilla destaca significativamente por su elasticidad superior recomendando su uso en vigas, en contraste el shihuahuaco es significativamente mejor para su uso en columnas. A pesar de todo ambas especies son recomendadas para su uso en vigas y estructuras al ubicarse en la tipología A de la Norma E.010 y según autores sus propiedades físicas de flexión están entre media y alta.

**Palabras claves:** Comparación estadística, propiedades físicas, resistencia a la flexión, especies maderables.



## SUMMARY

The present research entitled "COMPARATIVE ANALYSIS OF THE FLEXION STRENGTH OF SHIHUAHUACO AND QUINILLA WOOD BEAMS COMMERCIALIZED IN THE DISTRICT OF IRAZOLA - PROVINCE OF PADRE ABAD - DEPARTMENT OF UCAYALI - 2021", had as its main objective to compare the flexural strength of shihuahuaco and quinilla wood beams. For which a series of procedures were carried out, from obtaining the raw material to its constitution in the form of standardized specimens, laboratory tests applying the Peruvian Technical Norms and the National Building Regulations, data processing was carried out by tabulating the data in Excel, describing and comparing data, the inferential analysis was carried out with SPSS software for the validation of the hypotheses using the Student's t-test. The type of research conducted was applied technology, with an experimental level and design, with quantitative results, thus determining that the flexural strength of shihuahuaco wood in beams is statistically similar to that of quinilla; however, quinilla stands out significantly for its superior elasticity, recommending its use in beams; in contrast, shihuahuaco is significantly better for use in columns. Nevertheless, both species are recommended for use in beams and structures since they are located in typology A of Standard E.010 and, according to the authors, their physical bending properties are between medium and high.

Key words: Statistical comparison, physical properties, flexural strength, timber species.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	3
SUMMARY .....	4
INTRODUCCIÓN .....	13
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.2. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	8
1.2.1. La madera .....	8
1.2.2. Propiedades físicas de la madera.....	19
1.2.3. Propiedades mecánicas de la madera.....	25
1.2.4. Propiedades elásticas de la madera.....	28
1.2.5. Esfuerzo en vigas por flexión.....	30
1.2.6. Grupos de maderas para uso estructural .....	30
1.2.7. Madera shihuahuaco .....	31
1.2.8. Madera quinilla .....	34
1.3. HIPÓTESIS, VARIABLES E INDICADORES .....	38
1.3.1. Hipótesis.....	38
1.3.2. Sistema de variables .....	38
1.4. OBJETIVOS .....	39
1.4.1. Objetivos generales.....	39



---

1.4.2. Objetivos específicos.....	39
1.5. UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA.....	39
1.5.1. Universo .....	39
1.5.2. Población y muestra .....	39
CAPÍTULO II MARCO METODOLÓGICO.....	43
2.1. NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	43
2.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	43
2.2.1. Adquisición de las especies de madera.....	44
2.2.2. Uso del laboratorio.....	45
2.2.3. Procesamiento de datos .....	45
2.2.4. Comparación de los resultados .....	46
CAPÍTULO III DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	47
3.1. RESULTADOS GENERALES .....	47
3.2. RESULTADOS ESPECÍFICOS DE LA COMPARACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS ENTRE MADERAS .....	49
3.2.1. Humedad .....	49
3.2.2. Densidad básica .....	55
3.2.3. Módulo de elasticidad.....	61
3.2.4. Resistencia a la flexión .....	67
3.2.5. Compresión paralela.....	72
CONCLUSIONES.....	79
SUGERENCIAS .....	81



---

BIBLIOGRAFÍA .....	83
--------------------	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Evidencia del trabajo realizado .....	87
---	----





## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Parámetros para ensayos de propiedades físicas según las NTP ...	26
Cuadro 2 Parámetros para ensayos de propiedades mecánicas según las NTP .....	27
Cuadro 3 Clasificador de la madera de acuerdo a los resultados de la flexión estática.....	28
Cuadro 4 Rangos de clasificación de las especies maderables de acuerdo a sus propiedades físicas y mecánicas.....	28
Cuadro 5 Clasificación de las maderas peruanas de acuerdo a sus propiedades físicas y mecánicas en condición verde .....	29
Cuadro 6 Clasificación de las maderas secas de acuerdo a SENCICO adaptando la norma E010.....	29
Cuadro 7 Agrupación de maderas para uso estructural de acuerdo a su densidad básica.....	30
Cuadro 8 Densidades básicas para madera latifoliadas según normativa vigente .....	30
Cuadro 9 Agrupación de maderas para uso estructural de acuerdo a su módulo de elasticidad .....	30
Cuadro 10 Módulos de elasticidades para madera latifoliadas según normativa vigente.....	31
Cuadro 11 Agrupación de maderas para uso estructural de acuerdo a esfuerzos admisibles .....	31
Cuadro 12 Esfuerzos admisibles para madera latifoliadas según normativa vigente.....	31
Cuadro 13 Aspectos generales de la madera shihuahuaco .....	32



---

Cuadro 14 Aspectos generales de la madera shihuahuaco .....	33
Cuadro 15 Características tecnológicas de la madera shihuahuaco .....	33
Cuadro 16 Aspectos generales de la madera quinilla .....	35
Cuadro 17 Aspectos generales de la madera quinilla .....	36
Cuadro 18 Características tecnológicas de la madera quinilla .....	37
Cuadro 19 Origen de las maderas que conformaron las probetas .....	41
Cuadro 20 Resultados comparados de acuerdo a las propiedades físicas .....	47
Cuadro 21 Comparaciones de acuerdo a la Norma E.010 y referentes teóricos de la tesis .....	48
Cuadro 22 Comparaciones de humedad.....	49
Cuadro 23 Comparaciones de densidad básica.....	55
Cuadro 24 Comparaciones de módulos de elasticidad .....	61
Cuadro 25 Comparaciones de resistencias a la flexión.....	67
Cuadro 26 Comparaciones de la compresión paralela.....	73



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura interna de la madera .....	9
Figura 2 Interpretación de los anillos de un árbol.....	10
Figura 3 Partes de un tronco según su corte transversal .....	11
Figura 4 Características según tipo de corte .....	12
Figura 5 Secado al aire .....	14
Figura 6 Secado artificial de la madera .....	15
Figura 7 Instrumento para medir el porcentaje de humedad.....	16
Figura 8 Contracciones de la madera de acuerdo a las direcciones del corte .	17
Figura 9 Contracciones dependiendo de la zona de corte .....	18
Figura 10 Torceduras dependiendo de la zona de corte .....	19
Figura 11 Principales direcciones en la madera.....	20
Figura 12 Direcciones en la madera.....	21
Figura 13 Secciones en la madera.....	21
Figura 14 Interacción interna-externa de la madera.....	22
Figura 15 Contenidos de agua en la madera según estado.....	23
Figura 16 Comportamiento mecánico generalizado de la madera según contenido de humedad (ch).....	25
Figura 17 Tipos de fallas en la flexión estática.....	26
Figura 18 Compresión.....	27
Figura 19 Cortes en la madera shihuahuaco.....	34
Figura 20 Cortes en la madera quinilla.....	35
Figura 21 Comparación de humedades entre ambas especies .....	50
Figura 22 Distribución de datos de la humedad .....	51



---

Figura 23 Diagrama de barras y bigotes de la humedad.....	53
Figura 24 Comparaciones de densidades de ambas especies .....	56
Figura 25 Distribución de datos de la densidad básica .....	57
Figura 26 Diagrama de cajas y bigotes de la densidad básica.....	59
Figura 27 Comparación de los módulos de elasticidad de ambas especies ....	62
Figura 28 Distribución de datos de la los módulos de elasticidad .....	63
Figura 29 Diagrama de cajas y bigotes de los módulos de elasticidad .....	65
Figura 30 Comparaciones entre las resistencias a la flexión estática para ambas especies .....	68
Figura 31 Distribución de datos de la resistencia a la flexión estática.....	69
Figura 32 Diagrama de cajas y bigotes de la resistencia a la flexión estática ..	71
Figura 33 Comparaciones de la compresión paralela .....	74
Figura 34 Distribución de datos de la compresión paralela.....	75
Figura 35 Diagrama de cajas y bigotes de la compresión paralela .....	77



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores de K para determinar datos atípicos de acuerdo al criterio de Chauvenet.....	42
--	----



## INTRODUCCIÓN

En nuestros días existen diferentes materiales para la construcción, una de ellas – y desde tiempos milenarios- ha sido la madera, que se ha caracterizado por su frescura y elegancia. Sin embargo, la mayor parte de su utilización ha sido y es empírica o se desconocen sus propiedades mecánicas, especialmente de aquellas especies que han sido poco estudiadas al ser oriundas de lugares recientemente aprovechadas.

Aunque en los últimos años el consumo de madera ha decaído por la tala ilegal y uso indiscriminado de este recurso, aún se sigue utilizando como vigas especialmente en construcciones cercanas a las ciudades de donde son extraídas debido a su bajo costo. Es en este sentido primordial conocer las propiedades mecánicas de las especies maderables para su correcto aprovechamiento y para la seguridad de las edificaciones que conforman.

En la ciudad de San Alejandro y sus alrededores se utilizan bastante las especies shihuahuaco y quinilla para formar parte de requerimientos de obras, construcciones de viviendas, proyectos de inversión, entre otros que conforman su uso en vigas. A pesar de ello, se desconocen las propiedades mecánicas de estas especies (esencialmente de la resistencia a la flexión para estas aplicaciones) que permitan realizar una mejor elección para el diseño estructural y resistencias de los componentes que conforman.

Por ello, se planteó realizar un 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, a través del cual se desarrolla una metodología y cuyos resultados cubren un vacío en el



conocimiento científico que será de aplicación práctica para su uso estructural en base a la Norma E.010.

Las muestras fueron elegidas con criterio científico y de acuerdo a norma para su agrupación como material estructural, resultando sus humedades medias de 15,03% y 14,89%; las densidades básicas de  $0,75 \text{ g/cm}^3$  y  $0,72 \text{ g/cm}^3$ ; módulos de elasticidades de  $151134 \text{ kg/cm}^2$  y  $172214,20 \text{ kg/cm}^2$ ; y resistencias promedio a la flexión estática (módulo de rotura) en  $980 \text{ kg/cm}^2$  y  $998 \text{ kg/cm}^2$  para las especies shihuahuaco marrón y quinilla colorada, respectivamente. Ubicándose, ambas, en el grupo A de la norma E.010 Madera (2021) y la adecuación de la norma E.010 Madera (2014) según SENCICO (2017); y en la clasificación de Aróstegui (1982) citado por (Pantigoso García, 2009) entre el grupo IV y V dependiendo de las propiedades específicas para cada especie; de acuerdo a la tipología de Baluarte y Aróstegui (1991) citado por (López Varas, 2021) entre el grupo IV y V según las propiedades específicas para cada especie; y de acuerdo a Rivero (2004) citado por (Campos Wellmann, 2015) entre medio y alto, dependiendo de las propiedades específicas para cada especies de acuerdo al cuadro 15.



## **CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO**

### **1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Se realizó una exhaustiva búsqueda en los niveles internacional, nacional y local, en los últimos cinco años. Incluyéndose en la carencia de antecedentes aquellos de años anteriores y los que mejor se relacionan con la investigación.

#### **Internacional**

En Madrid (España), publicado en la investigación científica como artículo científico, titulado: “Influencia de la humedad de la madera en la evaluación de las propiedades mecánicas del pino silvestre mediante técnicas no destructivas”, de la E.T.S.I. Montes- Universidad Politécnica de Madrid (UPM), De la Mata (2011), planteó como objetivo el estudio de cómo influye los niveles de humedad de la madera en sus propiedades mecánicas utilizando métodos no destructivos, desarrollando su estudio bajo el enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, a un nivel experimental. Realizó ensayos acústicos y de vibración a 26 muestras aserradas de pino silvestre con dimensiones de 15cm x 10cm x 3m. Concluyéndose que existe una influencia de la humedad en las propiedades de las maderas en probeta; pero las técnicas no destructivas no muestran explicación mayor al 43,3 % en la resistencia a la flexión (De la Mata Jiménez, 2011).

Comentario: Esta tesis es importante debido a que muestra que en otros países (España) se viene investigando la relación de los resultados en ensayos no destructivos comparándolos con los resultados de ensayos mecánicos. Así mismo, el aporte teórico en relación a las propiedades físicas de la madera se tomó en cuenta en la tesis.





En Guatemala, publicado en el trabajo de grado para optar el título de ingeniero forestal, titulado: “Determinación de propiedades físicas y mecánicas de la madera de Pinus maximinol H. E. Moore; Cobán, Alta Verapaz”, de la Universidad Rafael Landívar, Campos (2015) planteó como objetivo la determinación de propiedades físicas y mecánicas de la especie ante citada, desarrollando con diseño experimental. Concluyéndose que las maderas extraídas del duramen presentan diferente comportamiento a las extraídas de la albura. Recomendando el desrame de las especies maderables para evitar nudos que posteriormente disminuyen la resistencia de la madera ante la presencia de fuerzas (Campos Wellmann, 2015).

Comentario: Esta tesis guatemalteca es importante porque cita una clasificación de Rivero (2004) para la madera de acuerdo a los resultados de la flexión estática. Y contribuyó con aportes teóricos referentes a las propiedades de la madera en general.

### **Nacional**

En Cusco, publicado en la tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, titulada: “Análisis de la resistencia de la madera Shihuahuaco, siendo sometidas a cargas de flexión, compresión y tracción a diferentes contenidos de humedad en la región Cusco”, de la Universidad Andina del Cusco, Portillo y Arellano (2018) tuvieron como objetivo analizar la resistencia de la madera en mención a diferentes grados de humedad (saturaciones de 72, 48 y 24 horas), desarrollando su estudio bajo el enfoque cuantitativo a un nivel explicativo con connotación correlacional, bajo el método hipotético deductivo. Concluyéndose que la madera shihuahuaco está considerado en la clasificación “A” de la Norma



E.010 considerando los resultados de sus esfuerzos admisibles (Portillo Flores & Arellano Sharon, 2018).

Comentario: esta tesis es importante es importante ya que clasifica a la madera Shihuahuaco en el grupo “A” en la norma antes citada, lo cual permite contrastarla con nuestros resultados.

También en Cusco, publicado en la tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, titulada: “Evaluación comparativa de la madera bálsamo (Myroxylon Balsamum) frente a la madera de eucalipto glóbulus (Eucalyptus Glóbulus) para su uso como elementos estructurales según la Norma Técnica Peruana (NTP) E.010 y su clasificación en función a su dureza Janka”, de la Universidad Andina del Cusco, Mescoco y Quispe (2018), plantearon como objetivo la caracterización de las maderas bálsamo y eucalipto para el uso estructural y dureza, desarrollando su estudio bajo el enfoque cuantitativo a un nivel explicativo. Utilizaron 120 probetas (60 por especie), para ensayos de densidad, resistencia a la flexión, resistencia a la compresión perpendicular y paralela, resistencia al corte paralelo y dureza Janka previa prueba de humedad, excluyendo los datos atípicos de acuerdo al criterio de Chauvenet. Concluyéndose que ambas especies son aptas para uso estructural en la construcción de casas de madera, estando considerados en la clasificación “A” de la NTP E.010 (Mescoco Quispe & Quispe Pimentel, 2018).

Comentario: Esta tesis persigue un objetivo similar al de la investigación y aporta procedimientos que se adecuan a la investigación, tales como determinar si la humedad se encuentra de acuerdo a la NTP, y uso del criterio de exclusión antes descrito.



En Cajamarca, publicado en la tesis para optar el título profesional en la carrera de ingeniería civil, titulada: “Comparación de las propiedades físico mecánicas de las maderas eucalipto, tornillo y copaiba para encofrados en obra, 2019”, de la Universidad Privada del Norte, Valdera (2020) tuvo como objetivo comparar las propiedades físico-mecánicas de las especies antes citadas, desarrollando su estudio bajo el enfoque cualitativo, de tipo descriptivo. Hizo estudios de compresión (paralela y perpendicular al grano) y flexión estática, con especies de Cajamarca y Amazonas con la misma humedad que fueron adquiridas, al estar de acuerdo a norma. Concluyéndose que el con una flexión estática ( $E=329474 \text{ kg/cm}^2$ ,  $T=261823 \text{ kg/cm}^2$ ,  $C=120437 \text{ kg/cm}^2$ ) el tornillo y el eucalipto son las mejores y recomendadas para los encofrados en obra (Valdera Salazar, 2020).

Comentario: Esta investigación es importante debido a que presenta una metodología para abordar similar objetivo al planteado en este estudio. Así mismo, aporte con información teórica referencial.

En Chiclayo, publicado en la tesis para optar el título en ingeniería civil, titulada: “Evaluación del comportamiento estructural de la madera tornillo dependiendo del contenido de humedad-Chiclayo”, de la Universidad Cesar Vallejo, Vásquez (2021) tuvo como objetivo de determinar en qué porcentaje de humedad la madera tornillo se comporta estructuralmente de manera óptima, para lo cual realizó ensayos en la madera para determinar el grado de humedad realizándose a la vez las pruebas de tracción, compresión y flexión para los diferentes niveles de humedad, desarrollando su estudio bajo el enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, a un nivel descriptivo con diseño de connotación experimental, bajo el método hipotético deductivo. Los ensayos las hicieron



conservando la integridad de las muestras tal cual se encontraron en el mercado, adecuando el tamaño a los requerimientos de laboratorio. Concluyéndose que el contenido de humedad de la madera tiene influencia en el comportamiento estructural (Vásquez Bernal, 2021).

Comentario: Esta tesis es importante por su aporte teórico y antecedentes referentes a la madera y su comportamiento estructural, los autores sintetizaron antecedentes y bases teóricas importantes las cuales fueron consideradas en la investigación.

En Iquitos, publicado en la tesis para optar el título en ingeniería civil, denominada: “Propiedades físicas y mecánicas de la madera quinilla manilkara bidentata como material de construcción en estado verde, Iquitos 2019”, de la Universidad Científica del Perú, López (2021) tuvo como objetivo determinar las propiedades físicas y mecánicas de la especie citada, desarrollando su estudio del tipo descriptivo, y diseño no experimental transeccional descriptivo. Acondicionó las probetas de acuerdo a la NTP. Concluyéndose que la quinilla colorada tiene una densidad básica de  $0,68 \text{ g/cm}^3$  lo que lo ubica en la clasificación B de la Norma E.010. Madera, siendo su densidad muy alta. Sobre la flexión estática (Módulo de rotura) resultó  $1006,64 \text{ kg/cm}^2$  y sobre su resistencia a la compresión paralela (promedio de máximos) fue  $574.35 \text{ kg/cm}^2$ . Según Vargas y Baluarte (1991) pertenecería al grupo IV, muy alta, por la flexión superior a 901 (López Varas, 2021).

Comentario: Esta tesis es muy importante debido a que aborda a una de las especies de la investigación, como es la quinilla, siendo una de las más recientes publicaciones. También es importante porque aporta teóricamente sobre la especie en cuestión y porque guía de acuerdo a la NTP 251 las



dimensiones de las probetas. Así mismo, aporta una clasificación de las propiedades mecánicas de las especies maderables según (Baluarte V. & Arostegui Vargas, 1991).

### **Local**

En distrito de Huánuco, publicado en la tesis para optar el título profesional de ingeniería civil, titulada: “Determinación de la resistencia a la flexión en vigas de la madera tornillo comercializada en el distrito de Huánuco, provincia de Huánuco, Huánuco - 2017”, de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, Barrueta (2018) tuvo como objetivo determinar el esfuerzo a la flexión máxima y el módulo de elasticidad mínimo y promedio de la madera tornillo adquiridos de los centros de ventas en el distrito de Huánuco, desarrollando su estudio bajo el enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, o un nivel descriptivo con diseño experimental, bajo la Norma Técnica Peruana (NTP) y la Norma E.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones en madera. Ensayó en 30 probetas de diversos centros de abastos del distrito en mención. Utilizaron probetas tal cual fueron adquiridas acondicionadas a las dimensiones 50x50x950mm realizando ensayos de flexión de acuerdo a la NTP 251.107 (dirección longitudinal en dirección a la fibra). Obteniéndose un esfuerzo admisible a la flexión de 14.98 MPa, con módulo de elasticidad promedio de 10 104.01 MPa y módulo mínimo de elasticidad de 6910.61 MPa. Concluyéndose que la madera tornillo debe ubicarse en la categoría B y no en la C como figura en la norma (Barrueta Marcellini, 2018).

Comentario: Esta investigación resulta importante debido a que se desarrolla en nuestra casa de estudios con un objetivo similar, cuyo aporte científico y metodológico se han tomado de forma general.



En la ciudad de Pucallpa, publicado en la tesis para optar el título profesional de ingeniería civil, titulada: “Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de la madera plástica en función a la dosificación plástico reciclado y fibra vegetal en comparación con la madera convencional en la ciudad de Pucallpa”, de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU), Poquioma y Quevedo (2021) plantearon el objetivo de medir las características físico-mecánicas de la madera plástica, desarrollando su estudio bajo el enfoque cuantitativo, de tipo aplicada tecnológica, o un nivel descriptivo con connotación experimental, bajo el método hipotético deductivo. Creando madera plástica a partir de fibra vegetal adherida a plástico reciclado en caliente en diferentes proporciones, ensayándolas de acuerdo a la Norma E.010 Madera, y las NTP 251 reguladas por INACAL. Concluyéndose que la madera plástica se comporta como una madera natural del tipo A respecto a su densidad y a sus propiedades mecánicas (Poquioma Mamani & Quevedo Pizango, 2021).

Comentario: Esta tesis es importante porque aborda un objetivo similar al que se maneja en la investigación, pero mediante experimentación de la madera de plástico que consta en agrega a fibra vegetal un porcentaje de plástico líquido para obtener un combinado homogéneo al cual se le puede realizar las pruebas mecánicas como si se tratara de madera auténtica. Así mismo usa los procedimientos recomendados por la Norma E.010 Maderas y las recomendaciones de la NTP 251.017.2014 para la determinación de la flexión estática.



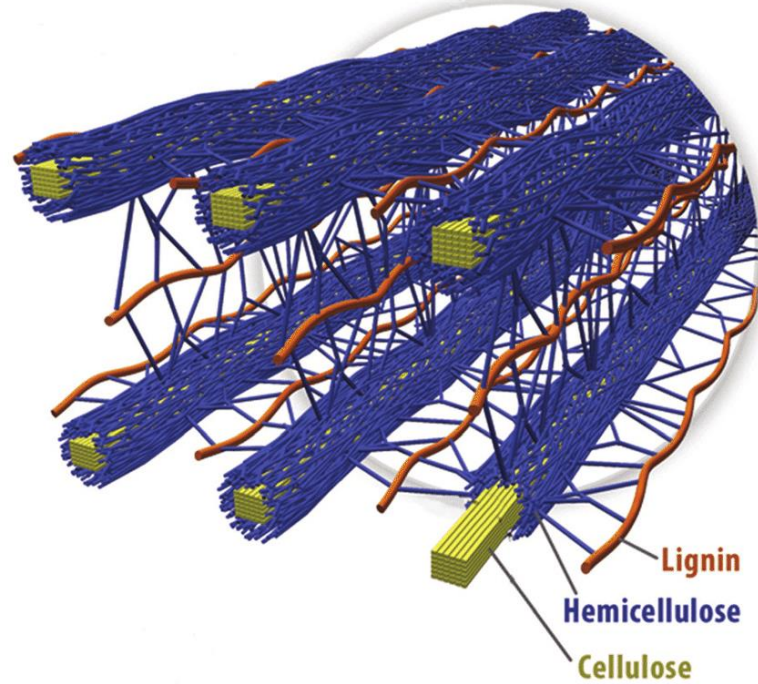
En el distrito de Irazola, publicado en la tesis para optar el título de ingeniería forestal, titulada: “Propiedades físicas y mecánicas de la capirona (*calycophyllum spruceanum hook ex*) procedente de una plantación experimental en San Alejandro Ucayali – Perú”, de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Pantigoso (2009) tuvo como objetivo realizar una evaluación de propiedades físicas y mecánicas de la madera capirona, desarrollando su estudio experimental. Concluyéndose que la capirona tiene una resistencia mecánica media, teniendo una densidad básica alta que predice su dureza y el esfuerzo a la compresión perpendicular (Pantigoso García, 2009).

Comentario: Esta tesis es importante debido a que pertenece a la zona de aplicación de la tesis, donde el estudio se planteó un objetivo parecido al nuestro, pero en otra especie y un enfoque de su tiempo. Así mismo, presenta la clasificación de Aróstegui (1982) sobre las propiedades de la madera.

## **1.2. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.2.1. La madera**

La madera es un material compuesto por fibras de celulosa, lignina y hemicelulosa, organizada como se observa en la figura siguiente. Además, contiene diversidad de aceites, resinas, azúcares y grupos de almidones.



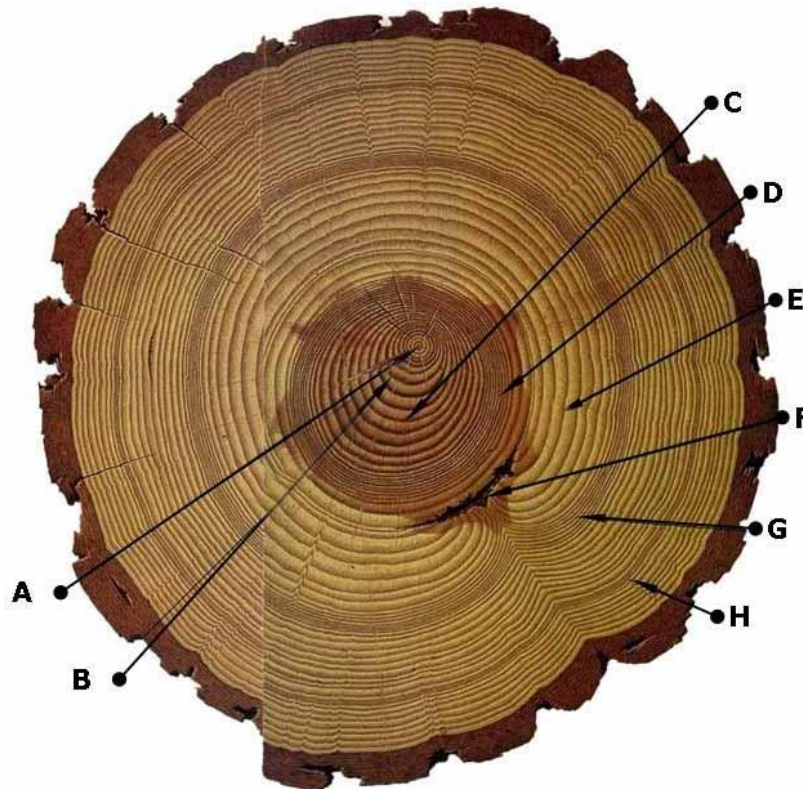
**Figura 1 Estructura interna de la madera**

*Imagen adaptada de Corte y secado de la madera, (Suso, 2020), disponible en: <https://www.paoson.com/blog/es/corte-y-secado-de-la-madera/>*

## **Crecimiento**

Los árboles crecen de forma longitudinal y radial, lo cual queda marcado en sus troncos que se alargan y engrosan formando capas una sobre otra en forma de anillos, los cuales se utilizan para determinar la edad de las especies, estudiado por la dendrocronología, siendo cada anillo el equivalente a un año de vida del árbol, la cercanía o alejamiento de cada capa del anillo puede suponer diferentes estaciones por la que atraviesa un árbol. De acuerdo, proporcionalmente, a la humedad y fertilidad del suelo los árboles pueden crecer más rápidos y engrosar en mayor dimensión. En condiciones desfavorables suelen ser anillos más compactos, duros y de menor longitud.





**Figura 2 Interpretación de los anillos de un árbol**

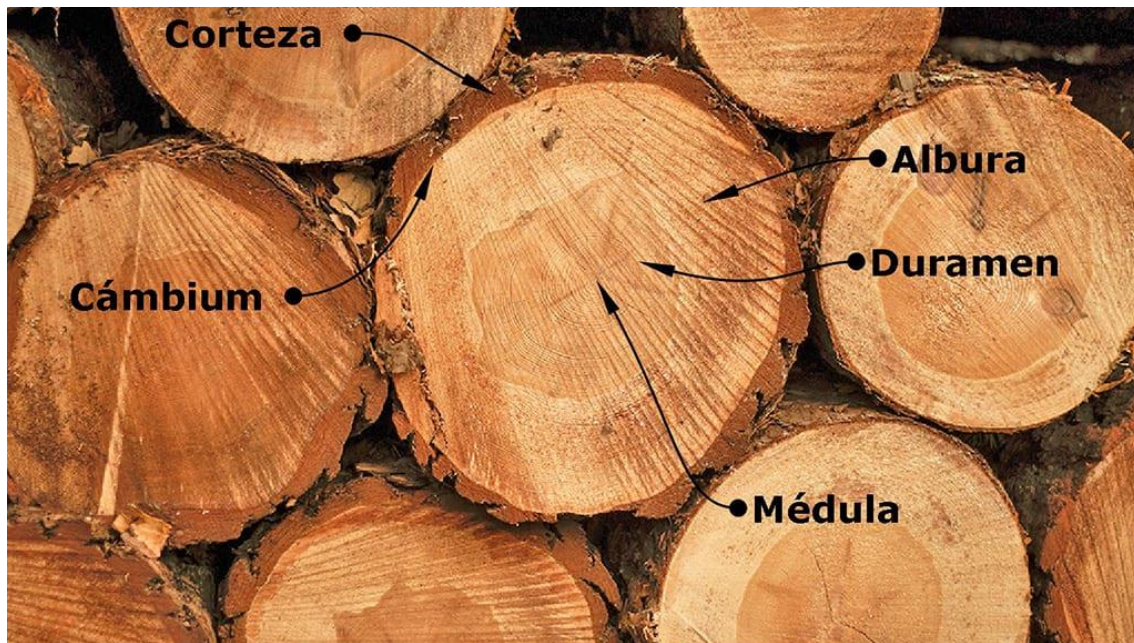
Letra	Comentario
A.	<i>Cuando el árbol inicia su crecimiento</i>
B.	<i>Los anillos abiertos indican que el árbol crece en un clima favorable</i>
C.	<i>Los anillos en forma de elipse indican que durante una década el árbol crece inclinado por algún factor geográfico o climatológico.</i>
D.	<i>Los anillos apegados indican que en su crecimiento tuvo un clima seco o porque creció junto y a la sombra de otro individuo.</i>
E.	<i>El regreso a anillos abiertos indica que el clima mejoró o el individuo que daba sol y quitaba nutrientes fue quitado.</i>
F.	<i>Las manchas y formación peculiar indican que cerca a los 30 años sufrió quemadura y/o incendio.</i>
G.	<i>El regreso de anillos juntos indica que pasó un tiempo de clima seco.</i>
H.	<i>Un crecimiento retardado indica que ha sufrido otro periodo seco o la invasión de insectos.</i>

Imagen adaptada de Corte y secado de la madera, (Susó, 2020), disponible en: <https://www.paoson.com/blog/es/corte-y-secado-de-la-madera/>

### **Partes del tronco**

La madera se obtiene de cortar el tronco, dependiendo sus características mecánicas del tipo de corte y la dirección en que quedan las fibras y la parte del tronco del que conformaba. Las partes del tronco se diferencian en cinco, las

cuales tienen características específicas y funciones determinadas como se describen en la siguiente figura.



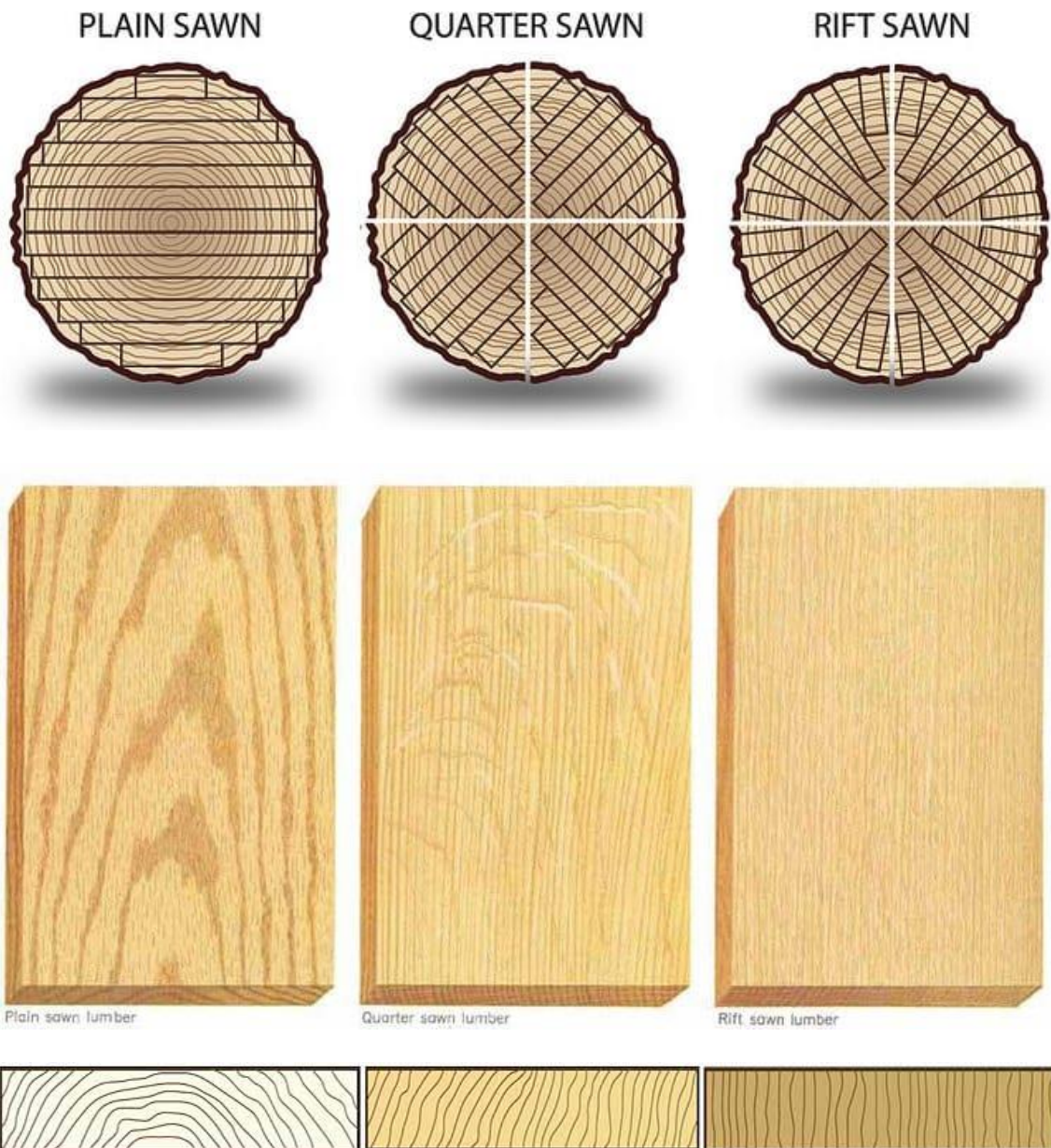
**Figura 3 Partes de un tronco según su corte transversal**

Nombre	Comentario
Corteza.	Es la parte más externa del tronco compuesta por células en desuso que cumple la función de protección.
Cámbium.	Es la parte que continúa a la corteza y es la que da el crecimiento al árbol, compuesta por una capa que con el tiempo conforma las capas internas de la albura.
Albura.	Conocida como xilema, es la parte que continúa al cámbium y sirve para el transporte alimentario que con el tiempo se secan y conforma capas duras e internas del duramen.
Duramen.	Es la parte que continúa a la albura, conformado de células muertas, secas y endurecidas de lo que fue alguna vez albura. Esta parte tiene un tono más oscuro que la albura y conforma la mejor parte del tronco para aplicaciones de la madera como materia prima.
Médula.	Es la parte medular del tronco de un color oscuro conformado por apenas unos milímetros que sirve para el transporte de nutrientes.

Imagen adaptada de Corte y secado de la madera, (Susó, 2020), disponible en: <https://www.paoson.com/blog/es/corte-y-secado-de-la-madera/>

### Cortes de la madera

Al cortar la madera se deben tener en cuenta la parte del tronco que se está utilizando, la dirección de las fibras y el tipo de corte. Respecto al tipo de corte pueden señalarse las tres más importantes: tangencial, transversal y radial, sus características de estos cortes se muestran en la figura siguiente.



**Figura 4 Características según tipo de corte**

Corte	Característica
Tangencial o Plain-sawn.	Es el más difundido por lo económico en cuanto a movimientos de material y desperdicio.
Transversal o quarter-sawn.	Este método es más costoso que el anterior en cuanto a movimientos del material; sin embargo, debido a los cortes más perpendiculares a las fibras suelen ser más estables y menos porosas.
Radial o rift-sawn.	Este tipo de corte es el más costoso por la cantidad de desperdicio y en cuanto a los movimientos del material; a pesar de todo por el paralelismo de las fibras perfectamente perpendiculares al corte son las más estables y menos porosas, cuyas aplicaciones son en partes altamente estables, instrumentos musicales y en mueblería fina.

Imagen adaptada de Corte y secado de la madera, (Susó, 2020), disponible en: <https://www.paoson.com/blog/es/corte-y-secado-de-la-madera/>



## **Almacenamiento y secado**

La estructura interna de la madera le permite almacenar agua que circula con sus nutrientes (agua libre), esta constituye la mitad del peso del tronco y se pierde al momento del corte, y otra que está adherida a la celulosa (agua latente) que es complicada de retirar.

Al perder agua de las fibras la madera se seca surgiendo torsiones que dependiendo del método de secado empleado surgirán mayores o menores deformaciones y rajaduras. Es recomendable quitar la corteza y cortar el tronco en tablas y piezas más pequeñas lo antes posible para evitar que se pudra o le invadan los hongos.

El secado al aire es un método tradicional pero que demora bastante tiempo. Por lo general, se necesita medio año por cada 1 cm. Es mejor para la calidad y la reducción del tiempo de secado de la madera realizarlo en sombra. Así mismo, el tiempo puede reducirse a la décima parte y secar de forma homogénea al sellar la cabeza de cada tablón, evitándose posibles grietas. El secado al aire debe dejar un espacio entre un suelo plano y la madera, y espacios entre tablones, esto para mejorar el flujo de aire fresco que permitirá acelerar la evaporación. También es conveniente en el secado al aire colocar los tablones torcidos en la parte inferior, las cuales al perder humedad y por el constante peso que tienen arriba se aplanarán. Para finalizar este párrafo, es importante notar que al secar la madera reduce sus dimensiones, por lo cual se debe prever la contracción.



**Figura 5 Secado al aire**

*Imagen adaptada de Corte y secado de la madera, (Susó, 2020), disponible en: <https://www.paoson.com/blog/es/corte-y-secado-de-la-madera/>*

El secado artificial, llevado a cabo en hornos o equipos de evaporación, resulta ventajoso por el ahorro de tiempo y por la facilidad de controlar las características fisicoquímicas del secado de acuerdo a los requerimientos de la especie y para aplicaciones concretas de la materia prima. El costo de secado es proporcional al precio del combustible empleado en las cámaras de combustión o fuentes de calor, del cual mana el aire caliente con el apoyo de ventiladores. La distribución de los tablones es el mismo que lo mencionado para el secado al ambiente.



**Figura 6 Secado artificial de la madera**

*Imagen adaptada de Corte y secado de la madera, (Susó, 2020), disponible en: <https://www.paoson.com/blog/es/corte-y-secado-de-la-madera/>*

Después del secado, de tener un almacenado previo al del uso final, se debe conservar la misma técnica para su apilamiento, de tal forma que se mantenga fresca; un incorrecto manejo podría arruinar el secado previo debido a la capacidad higroscópica de la madera (captar o emanar agua de acuerdo a las condiciones del ambiente). Resulta útil hacer uso del medidor de humedad para determinar el porcentaje de este y tomar una decisión sobre su secado respecto a la aplicación que se le desea dar a la materia prima. De acuerdo a (Susó, 2020) la humedad óptima es entre 8% y 10%, pudiendo variar según la aplicación.

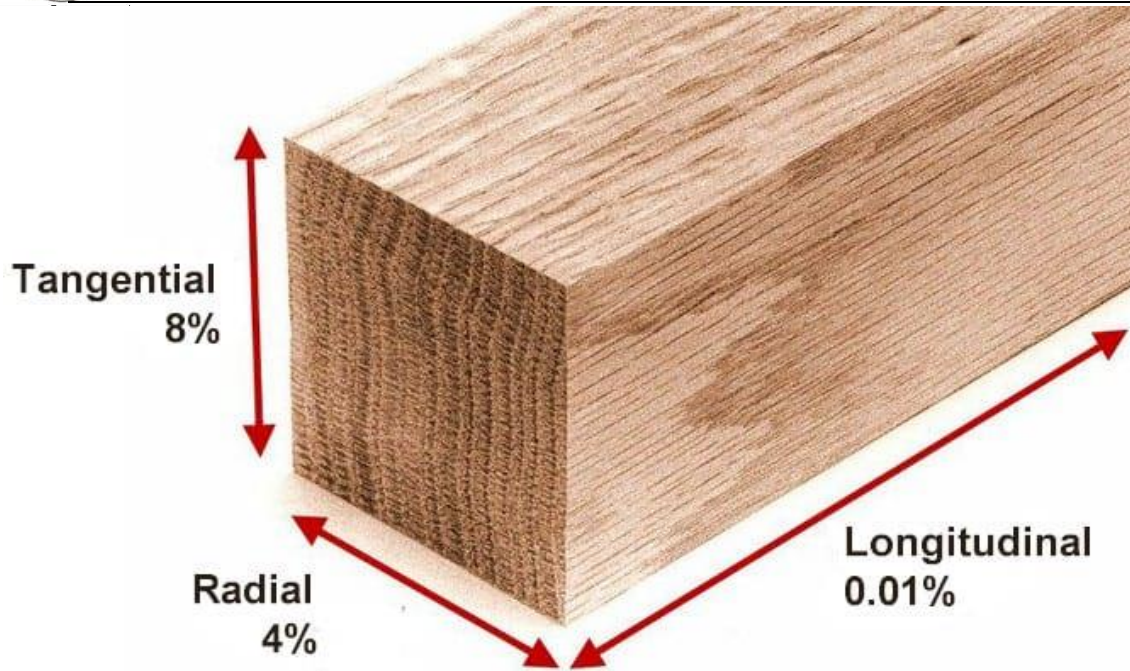


**Figura 7 Instrumento para medir el porcentaje de humedad**

*Imagen adaptada de Corte y secado de la madera, (Susó, 2020), disponible en: <https://www.paoson.com/blog/es/corte-y-secado-de-la-madera/>*

### **Contracciones dimensionales**

La madera es considerada singular por sus propiedades físicas y mecánicas, al ser anisótropa, es fuente de materia prima para diversas aplicaciones según las características estructurales de la especie, ya que sus fibras componentes se encuentran orientadas, que al momento de ser cortadas en alguna de las direcciones radial, tangencial o longitudinal le confiere resistencias variables, por lo cual es importante el sentido del corte al mecanizar o procesar. Este sentido del corte determinará la contracción o expansión hacia determinadas direcciones, de acuerdo a la pérdida de agua asociado, lo cual a la vez que le produce contracciones dimensionales, posibilita la aparición de torceduras y propiedades mecánicas especiales dependiendo de la dirección de las fibras.



**Figura 8 Contracciones de la madera de acuerdo a las direcciones del corte**

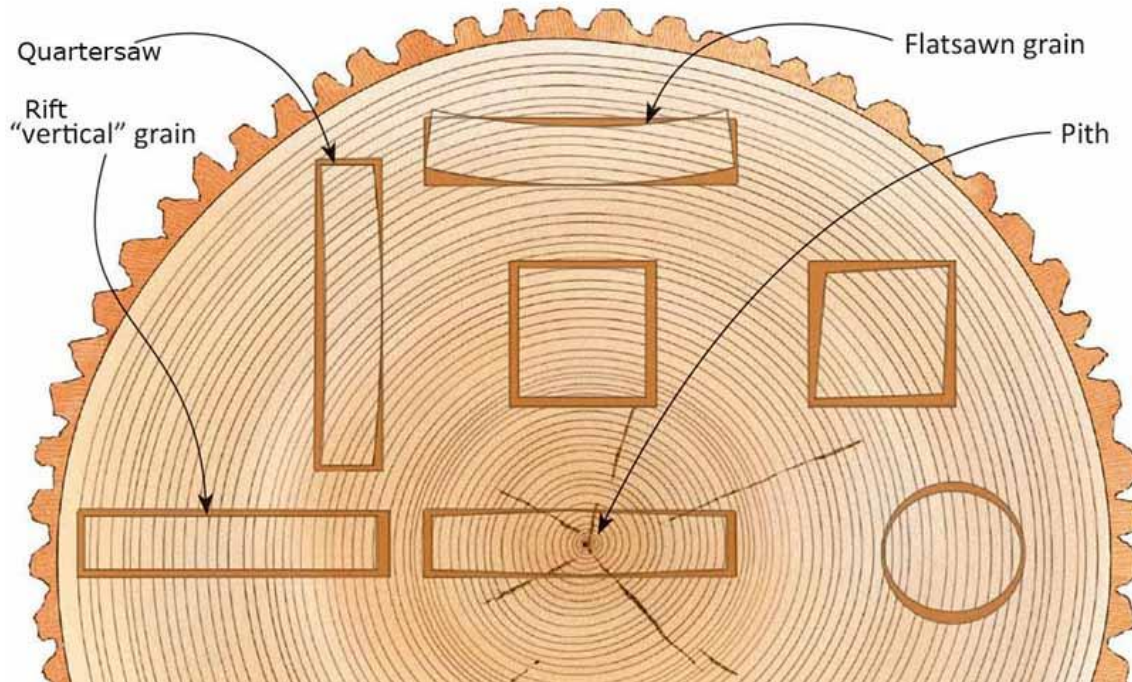
Dirección	Característica
Tangencial	En la dirección de los anillos es donde se da la mayor contracción, entre el 8% y 12%.
Radial	En la dirección acumulativa de las capas se da la contracción intermedia, entre el 4% y 6%.
Longitudinal	En la dirección de las fibras es donde se da la menor contracción, de aproximadamente 0,01%.

Imagen adaptada de Corte y secado de la madera, (Suso, 2020), disponible en: <https://www.paoson.com/blog/es/corte-y-secado-de-la-madera/>

### Torceduras

Debido a las contracciones de las fibras, durante el secado, las piezas de madera pueden sufrir reducciones dimensionales y/o torceduras. Las fibras más largas y curvadas son las que experimentan mayor deformación.





**Figura 9 Contracciones dependiendo de la zona de corte**

*Imagen adaptada de Corte y secado de la madera, (Susó, 2020), disponible en: <https://www.paoson.com/blog/es/corte-y-secado-de-la-madera/>*

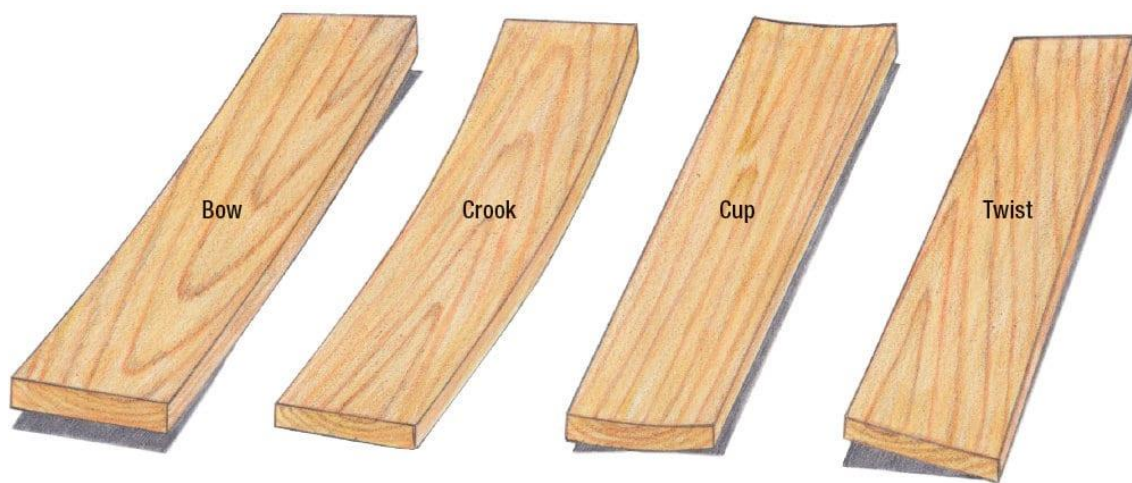
Como se señaló antes, la madera es un material que absorbe o emana agua dependiendo de las características fisicoquímicas del entorno, es de esta cantidad de humedad que dependen sus características mecánicas, observándose que para la madera seca sus resistencias mecánicas son mejores en comparación a las maderas saturadas y verdes. Por la cual es importante el secado por vía natural (que puede ser en tiempo prolongado) o artificial (en hornos que pueden llevar horas) como se señaló líneas antes.

De la figura 9, se puede observar que, de acuerdo a la procedencia de una tabla, “su dibujo de veta en la testa y caras será distinto” (Susó, 2020). Así mismo, al ver la forma del dibujo se puede saber la parte del tronco del cual fue extraído.



En la figura 10, se ve que de acuerdo a donde se realizó la extracción de la madera, “los tablones se torcerán en una dirección predecible al absorber o exhalar agua” (Susó, 2020).

Esto se debe a lo narrado líneas antes, ya que al secarse la madera merma en todas direcciones, pero por su anisotropía “mermará más en la dirección tangencial (dirección de los anillos) que en la radial” (Susó, 2020).



**Figura 10 Torceduras dependiendo de la zona de corte**

*Imagen adaptada de Corte y secado de la madera, (Susó, 2020), disponible en: <https://www.paoson.com/blog/es/corte-y-secado-de-la-madera/>*

## 1.2.2. Propiedades físicas de la madera

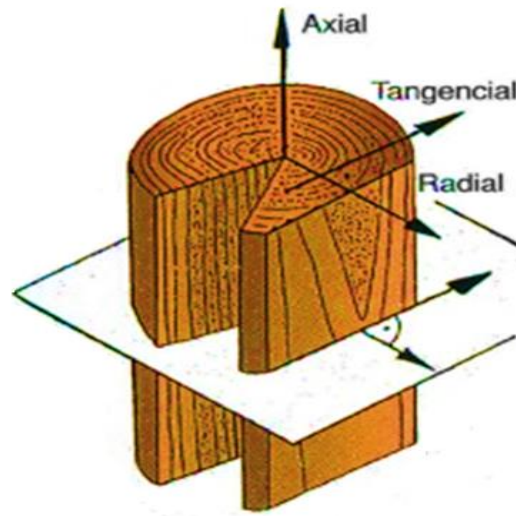
La madera es utilizada en diversas aplicaciones, siendo una de ellas su uso como material de construcción, sus características las diferencian de otros materiales.

### 1.2.2.1. Anisotropía

La madera contiene fibras orientadas en la misma dirección, y dependiendo de la especie puede tener diferentes grados en entretejimientos, las que le dan propiedades físicas y mecánicas características en función de la



dirección en que se aplique el esfuerzo; siendo tres direcciones fundamentalmente.



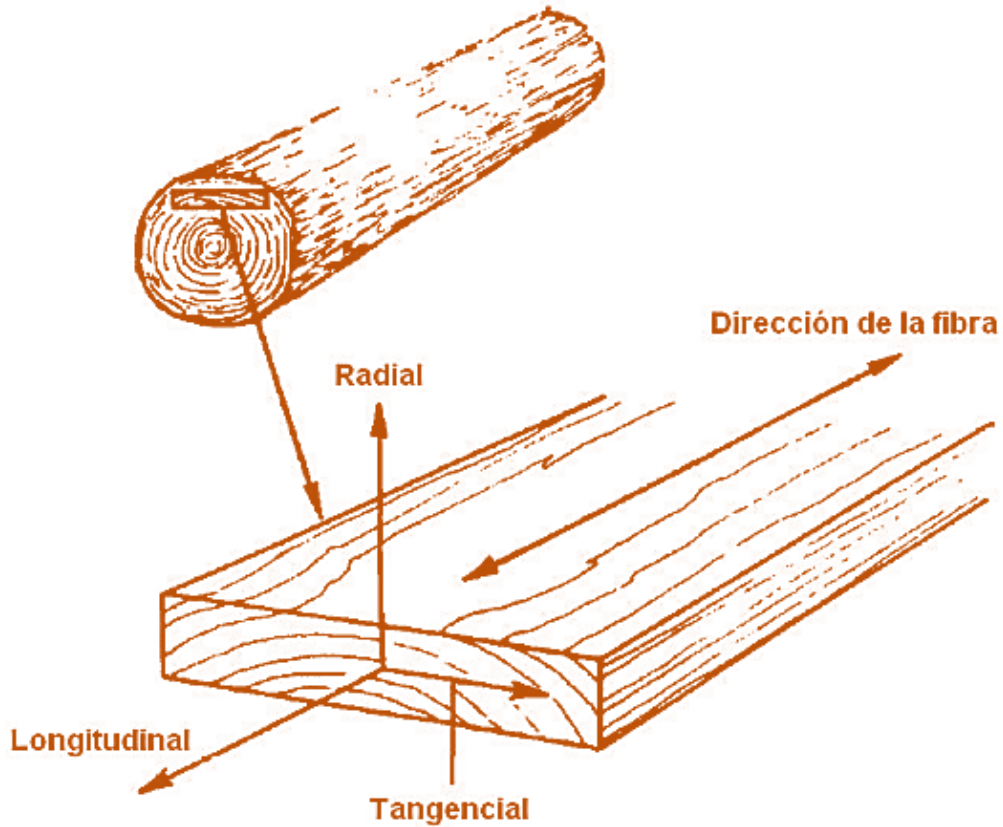
**Figura 11 Principales direcciones en la madera**

*Imagen adaptada de Principales direcciones de la madera, disponible en: <https://quimicathai.wordpress.com/2010/03/29/la-madera-propiedades/principales-direcciones-de-la-madera/>*

Dirección axial, es paralela a la dirección de las fibras del árbol en dirección de su eje. Es en esta dirección que tiene mejores propiedades mecánicas.

Dirección radial, es en un plano perpendicular al plano axial.

Dirección tangente, es en un plano tangencial a los anillos de crecimiento perpendicularmente al eje del árbol.



**Figura 12 Direcciones en la madera**

Imagen adaptada de (Campos Wellmann, 2015), disponible en:  
<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/22/Campos-Christian.pdf>

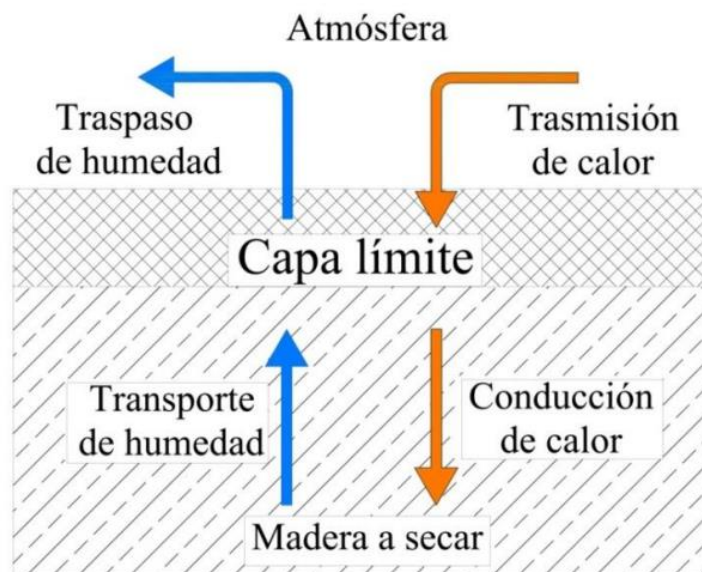


**Figura 13 Secciones en la madera**

Imagen adaptada de (Campos Wellmann, 2015), disponible en:  
<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/22/Campos-Christian.pdf>

### 1.2.2.2. Humedad de la madera

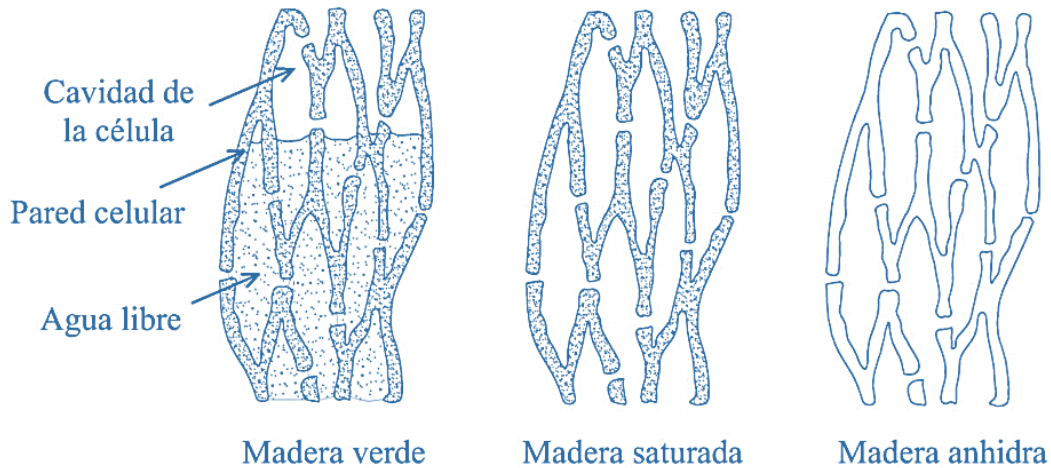
La madera está formada por bastante agua en su interior, teniendo capacidad higroscópica (intercambia líquido con su medio a través de agujeros microscópicos) lo cual además de originar fuerzas internas sirve para el intercambio de agua, lo cual depende directamente de la temperatura, humedad externa y presión.



Disponibile en [https://oa.upm.es/36492/1/PFC\\_JAIME\\_DE\\_LA\\_MATA\\_JIMENEZ.pdf](https://oa.upm.es/36492/1/PFC_JAIME_DE_LA_MATA_JIMENEZ.pdf)

**Figura 14 Interacción interna-externa de la madera**

Durante el secado juegan papel importante la superficie de la madera y la permeabilidad de su interior. Al inicio al ser apeado, la madera contiene una humedad superior al 30% por el agua contenido en su lumen. Al secarse el agua del lumen por aptitud higroscópica fluye hacia el exterior quedando sólo agua adherida por impregnación. Al ser muy seca la madera todavía continúa teniendo agua debido a que la constituye sus partículas químicas, imposibles de eliminar si no es por destrucción como en la combustión.



Disponible en [https://oa.upm.es/36492/1/PFC\\_JAIME\\_DE\\_LA\\_MATA\\_JIMENEZ.pdf](https://oa.upm.es/36492/1/PFC_JAIME_DE_LA_MATA_JIMENEZ.pdf)

**Figura 15 Contenidos de agua en la madera según estado**

Durante el secado juegan papel importante la superficie de la madera y la permeabilidad de los poros, que según sea el caso se produce merma o hinchazón en las dimensiones de la madera, deformándola después de la saturación de las fibras. Debido a la anisotropía de la madera las reducciones porcentuales son variables según sus direcciones tangencial, radial y longitudinal.

Es importante destacar que el porcentaje de humedad de la madera no toma en cuenta la cantidad de agua inherente a la composición de la madera. Sino que se utiliza la siguiente relación para el cálculo del contenido de humedad (ch).

$$Cont. hum. = \frac{masa húmeda - masa anhidra}{masa anhidra} * 100\% \dots \dots \dots Ecuación (1)$$

La madera se clasifica de acuerdo al porcentaje de humedad relativa, recién extraída (alrededor del 60%), verde cuando ha perdido sólo el agua libre al ser cortada (más del 30%), seca si ha perdido también agua higroscópica (menor al 18%), y anhidra si no contiene agua más que la de su composición molecular (0%, evaporada a 105°C).



De acuerdo a Torres (2018), a veces no es necesario el secado de acuerdo al lugar y condiciones climáticas donde se realizará el servicio (Barrueta Marcellini, 2018).

#### 1.2.2.3. Propiedades mecánicas de la madera húmeda

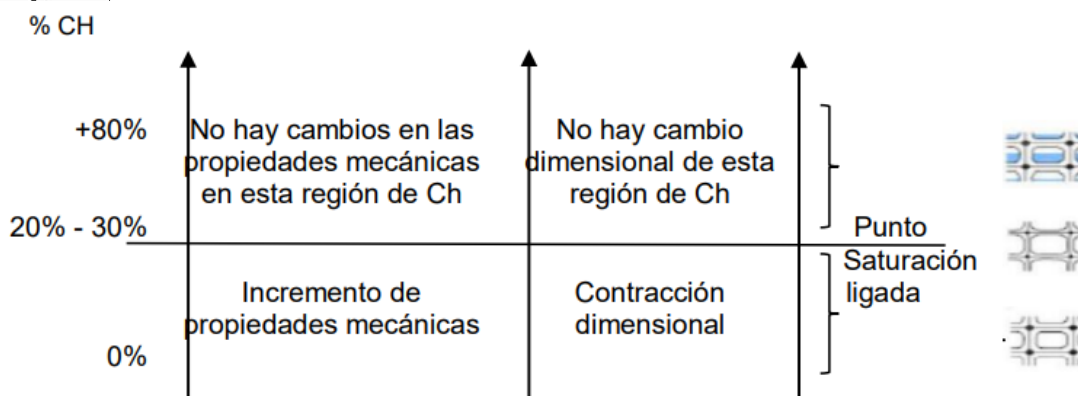
De acuerdo a las investigaciones en madera húmeda se ha demostrado que las propiedades mecánicas de la madera recién cortada hasta el punto de saturación son más o menos constantes, mejorando progresivamente al tener humedad por debajo del 30%, esto quiere decir en niveles por debajo del punto de saturación de las fibras.

**Resistencia a la compresión.** La resistencia a ser aplastada desciende con mayores contenidos de humedad.

**Resistencia a la tracción.** La resistencia al ser deformada por dos fuerzas paralelas y opuestas en los extremos mejora a menor contenido de humedad.

**Resistencia a la flexión.** En contraste con las anteriores, donde la propiedad mecánica disminuye con el aumento de humedad, la resistencia a la flexión aumenta con el porcentaje de humedad. Esto quiere decir que la madera se curva fácilmente sin que se rompa al estar húmeda.

**Hendibilidad.** La madera más húmeda tiende a ser más susceptible a romperse o sufrir escisión en la dirección paralela a las fibras al aplicarse una fuerza.



Disponible en <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/3500>, de MINAGRI (2014) adaptado por (Vásquez Bernal, 2021)

**Figura 16 Comportamiento mecánico generalizado de la madera según contenido de humedad (ch)**

### 1.2.3. Propiedades mecánicas de la madera

En la presente investigación se realizaron las pruebas de propiedades mecánicas correspondientes a la flexión estática, de acuerdo a la norma ASTM D-143-94 R00 y disponibles en la página 89 de Campos (2015).

De acuerdo a la norma ASTM D-143-94 R00, las probetas se colocarán de forma que la fuerza se aplicará mediante el bloque de apoyo a la superficie tangente que se encuentre más cerca a la médula. La fuerza se aplica en el centro de las probetas con una libertad entre soportes de 70 cm.

De acuerdo a norma, las curvas deben prolongarse hasta 76 mm o hasta que la probeta muestra signos de fallo.

La carga debe ser aplicada con una velocidad de 2.5 mm/min, en el límite elástico proporcional deben ser cada 0.02 mm. Después de este límite debe leerse aproximadamente 25,4 mm.

De acuerdo con la norma las fallas se calificarán según su aspecto, abrupto si se trata de una falla sin astillamiento y fibroso con astillas.





Tensión simple. Vista lateral.



Tensión por grano cruzado. Vista lateral



Tensión astillada. Vista en planta



Tensión abrupta. Vista en planta



Compresión. Vista lateral



Corte horizontal. Vista lateral

Adaptado de Campos (2015), disponible:

<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/22/Campos-Christian.pdf>

### Figura 17 Tipos de fallas en la flexión estática

De acuerdo a las Normas Técnicas Peruana (NTP) citados en (López Varas, 2021, pág. 52) los ensayos para comprobar las propiedades físicas deben ser como sigue.

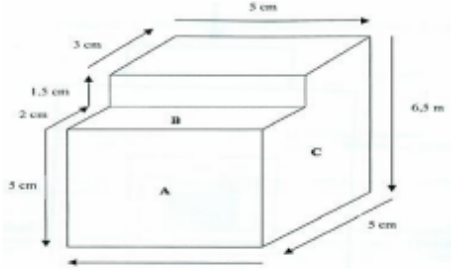
Cuadro 1 Parámetros para ensayos de propiedades físicas según las NTP

Ensayos para determinación de las Propiedades Físicas	
<b>Ensayo:</b>	<b>Determinación del Contenido de Humedad</b>
Norma	Muestra
NTP 251.010 2004	No menor de 33 cm <sup>3</sup> No menor de 25 mm a lo largo del grano Mínimo 2.5 cm x 4 cm x 4 cm 2.5 cm x 3 cm x 5 cm
<b>Ensayo:</b>	<b>Determinación de la Densidad.</b>
Norma	Muestra
NTP 251.011 2004	3 cm x 3 cm x 10 cm

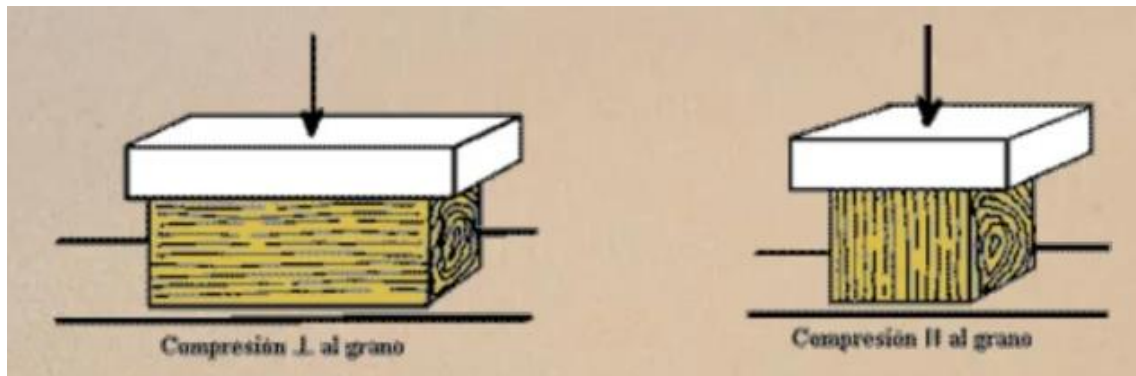
Adaptado de (López Varas, 2021, pág. 52)



**Cuadro 2** Parámetros para ensayos de propiedades mecánicas según las NTP

<b>Ensayos para las Propiedades Mecánicas :</b>	
<b>Ensayo:</b>	<b>Determinación de la Compresión Axial o Paralela al Grano.</b>
Norma	Muestra
NTP 251.014 2004	5 cm x 5 cm x 20 cm
<b>Ensayo:</b>	<b>Determinación de la Compresión Perpendicular al Grano.</b>
Norma	Muestra
NTP 251.016 2004	5 cm x 5 cm x 15 cm Caras paralelas al grano Una cara paralela a los anillos de crecimiento.
<b>Ensayo:</b>	<b>Determinación de la Flexión Estática</b>
Norma	Muestra
NTP 251.017 2004	2.5 cm x 2.5 cm x 41 cm (luz 35 cm) 5 cm x 5 cm x 76 cm (luz 70 cm)
<b>Ensayo:</b>	<b>Determinación del Corte o Cizallamiento.</b>
Norma	Muestra
NTP 251.013 2004	

Adaptado de (López Varas, 2021, pág. 53)



**Figura 18** Compresión de la madera



#### 1.2.4. Propiedades elásticas de la madera

Rivero (2004), citado por Campos (2015) propuso una clasificación para el ensayo de flexión que toma en cuenta el módulo de ruptura (MOR) y el módulo de elasticidad (MOE).

**Cuadro 3 Clasificador de la madera de acuerdo a los resultados de la flexión estática**

Módulo de ruptura (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Calificativo
<500	<100000	Muy bajo
500-950	101000-120000	Bajo
951-1220	121000-150000	Medio
1221-1750	151000-200000	Alto
>1750	>200000	Muy alto

Adaptado de Rivero (2004), citado por Campos (2015). (Campos Wellmann, 2015)

**Cuadro 4 Rangos de clasificación de las especies maderables de acuerdo a sus propiedades físicas y mecánicas**

Grupo	Propiedades Físicas			Propiedades Mecánicas					Clasificación
	Densidad Básica g/cm <sup>3</sup>	Contracción Volumétrica %	Relación Contracción Tangencial Radial T/R	Flexión Estática (MOR)	Compresión Paralela ER	Compresión Perpendicular ELP	Dureza lados	Cizallamiento	
I	≤ 0.30	≤ 9	≤ 1.5	≤ 300	≤ 200	≤ 25	≤ 200	30	Muy baja
II	0.31 - 0.40	9.1 - 11	1.51 - 2.0	301 - 500	201 - 300	26 - 50	201 - 400	31 - 60	Baja
III	0.41 - 0.60	11.1 - 13	2.1 - 2.5	501 - 700	301 - 400	51 - 75	401 - 600	61 - 90	Media
IV	0.61 - 0.80	13.1 - 15	2.51 - 3.0	701 - 900	401 - 500	76 - 100	601 - 800	91 - 120	Alta
V	≥ 0.81	≥ 15.1	≥ 3.1	≥ 901	≥ 501	≥ 101	≥ 801	≥ 121	Muy alta

MOR = Módulo de ruptura

ER = Esfuerzo de ruptura

ELP = Esfuerzo de límite proporcional

FUENTE: PADT REFORT (13) con algunas modificaciones

Adaptado de Baluarte y Aróstegui (1991), citado por (López Varas, 2021), de "Usos probables de las maderas de 20 especies del departamento de Loreto" (Baluarte V. & Arostegui Vargas, 1991), disponible en: <https://revistas.iiap.gob.pe/index.php/foiaamazonica/article/view/202/275>



**Cuadro 5 Clasificación de las maderas peruanas de acuerdo a sus propiedades físicas y mecánicas en condición verde**

Grupo	Propiedades Físicas		Propiedades Mecánicas (kg/cm <sup>2</sup> )					Clasificación
	Densidad Básica (g/cm <sup>3</sup> )	Contracción Volumétrica (%)	Flexión Estática (MOR)	Compresión Paralela (RM)	Compresión Perpendicular (ELP)	Dureza Lados	Cizallamiento	
I	< 0,30	< 7	< 300	< 120	< 10	< 100	< 30	Muy Mala
II	0,30 – 0,40	7 – 10	300 - 500	120 – 240	10 – 40	100 - 300	30 - 60	Baja
III	0,41 – 0,60	10,1 – 13	501 - 800	241 – 360	41 – 70	301 - 600	61 - 90	Media
IV	0,61 – 0,75	13,1 – 15	801 - 1000	361 – 480	71 – 100	601 - 900	91 - 120	Alta
V	> 0,75	> 15	> 1000	> 480	> 100	> 900	> 120	Muy Alta

Adaptado de Aróstegui (1982), citado por (Pantigoso García, 2009), disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/432/K11.P1-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**Cuadro 6 Clasificación de las maderas secas de acuerdo a SENCICO adaptando la norma E010.**

GRUPO	MOR Básico (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOR admisible f <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	MOE promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOE mínimo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esf.de compr paralela básico fc// (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esf.de compr admisible fc// (Kg/cm <sup>2</sup> )
A	776	243	125995	107658	669	334
B	672	210	106351	82283	428	214
C	525	164	94661	63831	218	109

Estos valores propuestos se pueden comparar con los valores actuales de la norma, que corresponden a madera húmeda y que se muestran abajo en las Tablas 4a y 4b

Tabla 4 a. Módulo de Elasticidad – Norma E010

Grupo	Módulo de Elasticidad (E) MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	
	E <sub>mínimo</sub>	E <sub>promedio</sub>
A	9 316 (95 000)	12 748 (130 000)
B	7 355 (75 000)	9 806 (100 000)
C	5 394 (55 000)	8 826 (90 000)

Tabla 4 b. Esfuerzos admisibles – Norma E010

Grupo	Esfuerzos Admisibles MPa (kg/cm <sup>2</sup> )				
	Flexión f <sub>m</sub>	Tracción Paralela f <sub>t</sub>	Compresión Paralela f <sub>c//</sub>	Compresión Perpendicular f <sub>c⊥</sub>	Corte Paralelo f <sub>v</sub>
A	20,6 (210)	14,2 (145)	14,2 (145)	3,9 (40)	1,5 (15)
B	14,7 (150)	10,3 (105)	10,8 (110)	2,7 (28)	1,2 (12)
C	9,8 (100)	7,3 (75)	7,8 (80)	1,5 (15)	0,8 (8)

Nota: Para los esfuerzos admisibles en compresión deberán considerarse adicionalmente los efectos de pandeo

Adaptado de Norma E010 (2014), propuesto por (SENCICO, 2017) en "Consultoría para el análisis e interpretación de resultados de ensayos de flexión estática y compresión paralela a la fibra" (Informe del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento), disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/432/K11.P1-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



### 1.2.5. Esfuerzo en vigas por flexión

### 1.2.6. Grupos de maderas para uso estructural

Para agrupar las especies como de tipos A, B o C se deben tomar en cuenta la densidad básica y los resultados de los ensayos de la resistencia mecánica, de acuerdo a la clasificación de la Norma Técnica de Edificación E010.

#### 1.2.6.1. Densidad básica

**Cuadro 7 Agrupación de maderas para uso estructural de acuerdo a su densidad básica**

Grupo	Densidad básica (g/cm <sup>3</sup> )
A	Mayor a 0.71
B	Entre 0.56 y 0.70
C	Entre 0.40 y 0.55

*Adaptado de (Valdera Salazar, 2020), de acuerdo a RNE Norma E.010*

**Cuadro 8 Densidades básicas para madera latifoliadas según normativa vigente**

Grupo	Densidad Básica g/cm <sup>3</sup>
A	≥0,71
B	0,56 a 0,70
C	0,40 a 0,55
D	0,36 a 0,39

*Fuente: Norma Técnica E.010 Madera del Reglamento Nacional de Edificaciones*

*(Ministerio de Vivienda, 2021)*

#### 1.2.6.2. Módulo de elasticidad

**Cuadro 9 Agrupación de maderas para uso estructural de acuerdo a su módulo de elasticidad**

Grupo	Módulo de elasticidad mínimo (MPa)	Módulo de elasticidad promedio (MPa)
A	9316	12748
B	7355	9806
C	5394	8826

*Adaptado de (Valdera Salazar, 2020), de acuerdo a RNE Norma E.010*



**Cuadro 10 Módulos de elasticidades para madera latifoliadas según normativa vigente**

Grupo	$E_{min}$	$E_{prom}$
A	9 316 (95 000)	12 748 (130 000)
B	7 355 (75 000)	9 806 (100 000)
C	5 394 (55 000)	8 826 (90 000)
D	4414 (45 000)	6 400 (65 000)

Fuente: Norma Técnica E.010 Madera del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, 2021)

### 1.2.6.3. Esfuerzos admisibles

**Cuadro 11 Agrupación de maderas para uso estructural de acuerdo a esfuerzos admisibles**

Grupo	Flexión (MPa) mínima	Compresión paralela (MPa) mínima	Compresión perpendicular (MPa) mínima	Corte paralelo (MPa)
A	20.6	14.2	3.9	1.5
B	14.7	10.8	2.7	1.2
C	9.8	7.8	1.5	0.8

Adaptado de (Valdera Salazar, 2020), de acuerdo a RNE Norma E.010

**Cuadro 12 Esfuerzos admisibles para madera latifoliadas según normativa vigente**

Grupo	Flexión $f_m$	Tracción Paralela $f_t$	Compresión Paralela $f_c //$	Compresión Perpendicular $f_c \perp$	Corte Paralelo $f_v$
A	20,6 (210)	14,2 (145)	14,2 (145)	3,9 (40)	1,5 (15)
B	14,7 (150)	10,3 (105)	10,8 (110)	2,7 (28)	1,2 (12)
C	9,8 (100)	7,3 (75)	7,8 (80)	1,5 (15)	0,8 (8)
D	6,8 (70)	5,8 (60)	6,2 (63)	1,3 (13)	0,6 (6)

Contenido de humedad < 22%

Fuente: Norma Técnica E.010 Madera del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, 2021)

### 1.2.7. Madera shihuahuaco

Tomando en cuenta la información de PROMPEX-WWF-USAID-INIA-ITTO (2000) generalmente se desconoce las características de esta especie.



### Cuadro 13 Aspectos generales de la madera shihuahuaco

Aspecto	detalle
Especie	Dipteryx micrantha Harm
Familia	Fabaceae - Papilionoideae
Sinonimia	Coumarouna micrantha (Harms) Ducke
Nombres comunes	Perú: shihuahuaco, charapilla, kumarut. Bolivia: coumarou. Brasil: cumaru. Colombia: charapilla. Venezuela: sarrapia.
Nombre comercial internacional	Cumaru

Adaptado del Manual Maderas del Perú de (PROMPEX-WWF-USAID-INIA-ITTO, 2000)

#### Características de la especie

**Distribución geográfica.** De acuerdo a su distribución geográfica se encuentra en los departamentos de Loreto y Ucayali, en cantidades mayores a las medias en el norte de la amazonía peruana.

**Especie como árbol.** Esta especie alcanza una altura de alrededor de los 40 m y un metro de diámetro; suele tener aletones empinados de alrededor de 4 m de alto y metro y medio de ancho; en árboles jóvenes el aspecto del tronco es acanalado y en los maduros el tronco es cilíndrico. Tiene una copa amplia y aparasolada. Tiene una corteza exterior lisa pardo entre grisáceo y amarillento.

#### Características de la madera

**Coloración.** El tronco fresco al cortarse tiene capas externas (albura) de color blanco e internas (duramen) marrones con jaspes claros, con contraste marcado en los colores. En cambio, la madera seca al ambiente tiene la albura torneada a rosáceo y el duramen a rojizo claro.



**Cuadro 14 Aspectos generales de la madera shihuahuaco**

Aspecto	detalle
Olor	Característico
Brillo o lustre	De medio a alto
Tipo de grano	Entrecruzado
Textura	Media
Veteado	Muy definido con arcos superpuestos y bandas angostas, paralelas, satinadas, jaspeadas amarillentas en la sección tangente

Adaptado del Manual Maderas del Perú de (PROMPEX-WWF-USAID-INIA-ITTO, 2000, pág. 70)

### Características tecnológicas

A continuación, se detallan las propiedades físicas y mecánicas de referencia teórica.

**Cuadro 15 Características tecnológicas de la madera shihuahuaco**

	Propiedad	Valor
<b>Físicas</b>	Densidad básica	0,87 gr/cm <sup>3</sup>
	Contracción tangencial	9,10 %
	Contracción radial	5,50 %
	Contracción volumétrica	15,00 %
	Relación T/R	1,60
<b>Mecánicas</b>	Módulo de elasticidad en flexión	153 000 kg/cm <sup>2</sup>
	Módulo de rotura en flexión	1 286 kg/cm <sup>2</sup>
	Compresión paralela (RM)	672 kg/cm <sup>2</sup>
	Compresión perpendicular (ELP)	150 kg/cm <sup>2</sup>
	Corte paralelo a las fibras	145 kg/cm <sup>2</sup>
	Dureza en los lados	1 353 kg/cm <sup>2</sup>
	Tenacidad (resistencia al choque)	6,20 Kg-m

Adaptado del Manual Maderas del Perú de (PROMPEX-WWF-USAID-INIA-ITTO, 2000, pág. 70)





**Figura 19 Cortes en la madera shihuahuaco**

### **1.2.8. Madera quinilla**

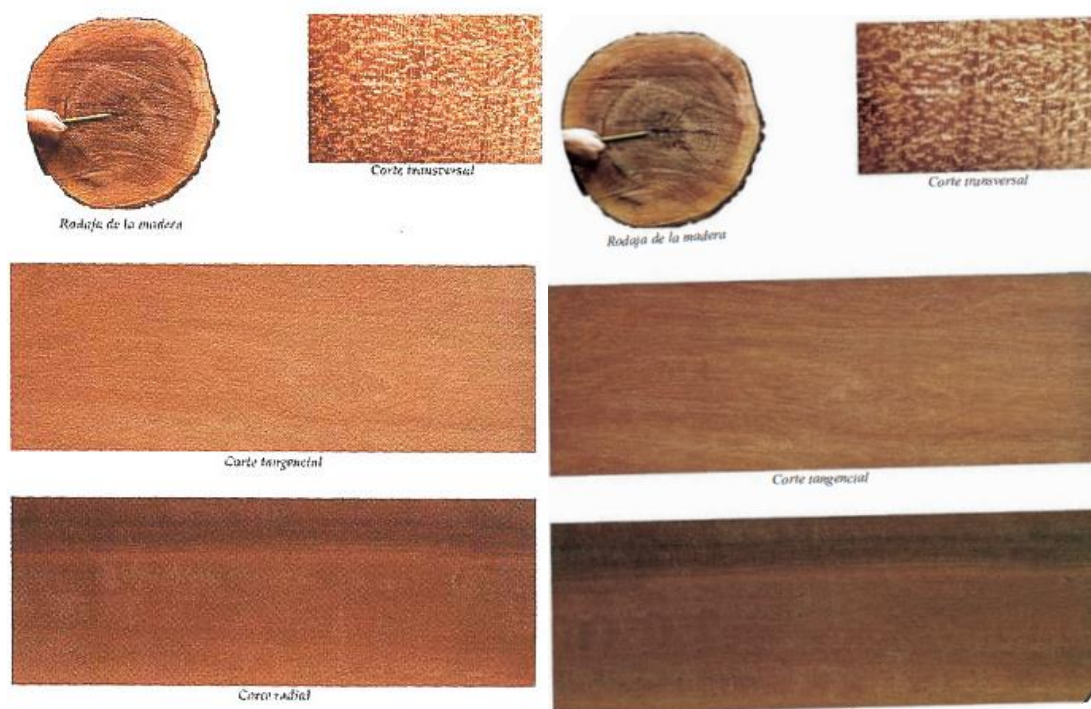
Tomando en cuenta la información de PROMPEX-WWF-USAID-INIA-ITTO (2000) generalmente se desconoce algunas características de la quinilla. Las que se puede advertir en el siguiente cuadro.



**Cuadro 16 Aspectos generales de la madera quinilla**

Aspecto	detalle
Especie	Manilkara bidentata (A.DC.) A. Check
Familia	Sapotaceae
Sinonimia	Manilkara balata (Pierre) Dubard; Manilkara balata var. cruegeri (Pierre) Dubard; Manilkara balata var. gutta (Pierre) Dubard; Manilkara balata var. Hartii (Pierre) Dubard; Manilkara balata var. melinonis (Pierre) Dubard; Manilkara balata var. scomburgkii (Pierre) Dubard; Manilkara balata var. sieberi (A. De Candolle) Dubard; Manilkara bidentata var. cruegeri (Pierre) Chevalier; Manilkara williamsii Standley; Mimusops balata sensu Pierre; Mimusops balata var. gutta Pierre.
Nombres comunes	Perú: balata, pamashto, quinilla, quinilla colorada. Bolivia: mazaranduba. Brazil: maçaranduba. Colombia: balata, caimitillo, leche de plátano, nisperillo, níspero, trapichero. Venezuela: balata, cochinito, cuberu, masaranduba, nisperillo, níspero, níspero montañero, pendare, purguo, purguillo, purgo blanco, purgo morado, purvio
Nombre comercial internacional	Maçaranduba

Adaptado del Manual Maderas del Perú de (PROMPEX-WWF-USAID-INIA-ITTO, 2000)



**Figura 20 Cortes en la madera quinilla**



## Características de la especie

**Distribución geográfica.** De acuerdo a su distribución geográfica se encuentra en los departamentos de San Martín, Huánuco, Madre de Dios y Loreto; en cantidades medias en la amazonía peruana.

**Especie como árbol.** Esta especie alcanza una altura entre 25 y 40 m, tronco circular. Aunque también se puede encontrar trozas entre 15 y 25 m de largo con diámetros promedios de 67 cm; suele tener aletones que varían de acuerdo al desarrollo. Tiene una copa estratificada de color verde (en diferentes tonalidades). Tiene una corteza exterior grisácea con fisuras ásperas. Su látex es considerable, blanquecino y pegadizo.

## Características de la madera

**Coloración.** El tronco fresco al cortarse tiene capas externas (albura) de color castaño claro e internas (duramen) en color rojizo oscuro, con contraste marcado en los colores. En cambio, la madera seca al ambiente tiene la albura torneada a marrón rojizo claro y el duramen a marrón rojizo.

### Cuadro 17 Aspectos generales de la madera quinilla

Aspecto	detalle
Olor	No distintivo
Brillo o lustre	Bajo
Tipo de grano	Recto
Textura	Fina
Veteado	De arcos superpuestos con franjas anchas con lustre y tonalidades intercaladas.

*Adaptado del Manual Maderas del Perú de (PROMPEX-WWF-USAID-INIA-ITTO, 2000, pág. 70)*

## Características tecnológicas

A continuación, se detallan las propiedades físicas y mecánicas de referencia teórica.



**Cuadro 18 Características tecnológicas de la madera quinilla**

	<b>Propiedad</b>	<b>Valor</b>
<b>Físicas</b>	Densidad básica	0,87 gr/cm <sup>3</sup>
	Contracción tangencial	11,01 %
	Contracción radial	6,76 %
	Contracción volumétrica	15,80 %
	Relación T/R	2,20
<b>Mecánicas</b>	Módulo de elasticidad en flexión	184 000 kg/cm <sup>2</sup>
	Módulo de rotura en flexión	1 204 kg/cm <sup>2</sup>
	Compresión paralela (RM)	476 kg/cm <sup>2</sup>
	Compresión perpendicular (ELP)	140 kg/cm <sup>2</sup>
	Corte paralelo a las fibras	135 kg/cm <sup>2</sup>
	Dureza en los lados	1 090 kg/cm <sup>2</sup>
	Tenacidad (resistencia al choque)	6,6 Kg-m

*Adaptado del Manual Maderas del Perú de (PROMPEX-WWF-USAID-INIA-ITTO, 2000, pág. 70)*



### **1.3. HIPÓTESIS, VARIABLES E INDICADORES**

#### **1.3.1. Hipótesis**

##### **1.3.1.1. Hipótesis general**

La resistencia a la flexión en vigas de la madera shihuahuaco son mejores que de la quinilla, comprobado sus buenos comportamientos mecánicos a partir de ensayos experimentales por lo que se recomienda su uso como material de construcción en el distrito de Irazola, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali, ubicándose a esta madera en la tipología A de la Norma E.010 y según autores entre media y alta.

##### **1.3.1.2. Hipótesis específicas**

La densidad básica de la madera shihuahuaco es mayor que al de la quinilla, comercializada en el distrito de Irazola.

El módulo de elasticidad promedio de la madera shihuahuaco es superior al de la quinilla, comercializada en el distrito de Irazola.

El esfuerzo admisible a la flexión promedio de la madera shihuahuaco es superior al de la quinilla, comercializada en el distrito de Irazola.

De acuerdo a los resultados promedios hallados la madera shihuahuaco es mejor que la quinilla según el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.010 y clasificaciones según autores.

##### **1.3.2. Sistema de variables**

Variable independiente: Tipo de madera (X, shihuahuaco y quinilla)

Variable dependiente: Resistencia a la flexión (Y, módulo de elasticidad promedio y esfuerzo admisible a la flexión promedio)



## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivos generales**

Comparar las resistencias a la flexión en vigas de las maderas shihuahuaco y quinilla, comprobando sus buenos comportamientos mecánicos a partir de ensayos experimentales para proponerlos como materiales de construcción en el distrito de Irazola, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali, de acuerdo a la Norma E.010 y clasificaciones según autores.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

Comparar las densidades básicas promedio de las maderas shihuahuaco y quinilla, comercializada en el distrito de Irazola.

Comparar los módulos de elasticidades promedio de las maderas shihuahuaco y quinilla, comercializada en el distrito de Irazola.

Comparar los esfuerzos admisibles a la flexión promedio de las maderas shihuahuaco y quinilla, comercializada en el distrito de Irazola.

Comparar los resultados promedios hallados con el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.010 y clasificaciones según autores.

## **1.5. UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **1.5.1. Universo**

Maderas de las especies shihuahuaco y quinilla que se comercializan en el distrito de Irazola, provincia de Padre Abad de la Región Ucayali.

### **1.5.2. Población y muestra**

Madera seccionada en listones de las especies shihuahuaco y quinilla que se comercializan en el distrito de Irazola, provincia de Padre Abad de la Región Ucayali.



## **Muestra**

En este estudio se utilizó una muestra representativa a las casas comerciales del distrito de Irazola, cortándose de acuerdo a la normalización para ensayos conformándose el producto como unidades de análisis las probetas para los ensayos.

Se utilizaron los criterios de exclusión e inclusión siguientes.

### ***Exclusión***

- Realización de los ensayos mecánicos en laboratorio externo,
- Asesoría particular de los resultados obtenidos.

### ***Inclusión***

- Adquisición de las maderas shihuahuaco y quinilla de madereras seleccionadas en el estudio.
- Disponibilidad del equipo, instrumentación y herramental necesario para los ensayos mecánicos.

El tamaño de la muestra mínima que asegura la confiabilidad estadística del 95% se eligió a través de las especificaciones de la Norma Técnica para Edificaciones E.010, la cual es de 30 probetas por cada especie (30 para shihuahuaco y 30 para la quinilla) cuyas procedencias para cada una de las antes citadas especies fueron de cinco (05) árboles diferentes.

Para los efectos pertinentes a la investigación la madera para ambas especies se adquirió de los aserraderos del distrito de Irazola, según se detalla a continuación.



### Cuadro 19 Origen de las maderas que conformaron las probetas

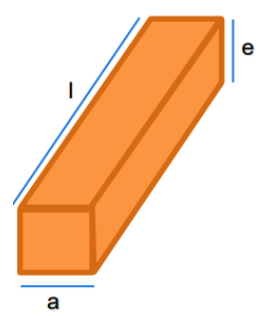
Tipo de madera	Aserraderos	Cantidad (listones)
Shihuahuaco	Aserradero 1	15
	Aserradero 2	15
Quinilla	Aserradero 1	15
	Aserradero 2	15

*Nota: las maderas se ensayaron sin alterar el estado del cual fueron adquiridas para conservar la naturalidad de las compras en el distrito de Irazola.*

Se comprobó que todas las muestras adquiridas que conformaron las probetas se encuentren libres de defectos y con contenidos de humedad de acuerdo a los parámetros de la Norma Técnica Peruana E.010, las cuales se comprobaron estadísticamente y con los criterios de exclusión de Chauvenet.

#### Probetas

Las probetas que se utilizaron para la prueba mecánica de flexión estática fueron las mismas que se obtuvieron de las casas comerciales, previamente revisadas y seccionadas a la longitud requerida (debido a que los listones estándares son de 2" x 2", se utilizaron tales)

Dimensiones para el ensayo mecánico de flexión estática	
Ancho: $a = 5,08$ cm	
Largo: $l = 76$ cm	
Espeor: $e = 5,08$ cm	
Dimensiones: 5,08 cm x 5,08 cm x 76 cm De acuerdo a normalización: 4"x4"x950 mm	

En la recolección de datos, en el laboratorio, se tomó en cuenta el criterio de Chauvenet a un nivel de 95% para excluir valores atípicos (outliers) que puedan desviarse de la media debido a factores experimentales.





**Tabla 1 Valores de K para determinar datos atípicos de acuerdo al criterio de Chauvenet**

<b>n</b>	<b>K<sub>(n)</sub></b>
2	1.15
3	1.35
4	1.54
5	1.65
6	1.73
7	1.80
8	1.86
9	1.92
10	1.96
15	2.13
20	2.24
25	2.33
30	2.40
40	2.48
50	2.57
100	2.81
300	3.14
500	3.29
1000	3.48

*Nota: el criterio de Chauvenet toma en cuenta la media de los datos ( $\bar{x}$ ), la desviación típica muestral ( $s$ ) y el valor  $K_{(n)}$  de acuerdo a lo señalado por (Saiz, 2019) y las tablas de (TecSampling, 2021), los datos no atípicos se encuentran en el intervalo  $\bar{x} \pm s * k_n$ .*



## **CAPÍTULO II MARCO METODOLÓGICO**

### **2.1. NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACIÓN**

En la presente se desarrolló una tesis descriptiva comparativa, con base experimental.

A continuación, se detallan las características metodológicas.

- El paradigma involucrado es el positivista.
- El enfoque de la investigación es cuantitativo.
- La variable aleatoria es numérica.
- El tipo de la investigación es aplicada.
- El nivel de investigación es descriptivo relacional (comparación bivariada)

### **2.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

De desarrollaron experimentaciones para calcular datos de las características físicas de la madera que, en una cantidad estadísticamente válida, y soportada en número mínimo según la Norma peruana vigente, asegure la confiabilidad adecuada para determinar si una madera (shihuahuaco o quinilla) adquirida en el distrito de Irazola es superior a la otra para la aplicación en vigas. Datos que también servirán para clasificar cada madera de acuerdo a la Norma E.010.

A continuación, se detallan las demás características metodológicas.

- Objetivo del nivel es comparativo de dos grupos independientes (mediante la prueba T Student después del análisis de la distribución de normalidad de datos y de la independencia de muestras).



- El diseño del proyecto es experimental-comparación de promedios entre grupos (Comprobados mediante prueba inferencial en el paquete estadístico SPSS).
- Condiciones tomadas en cuenta para la aplicación del Test comparativo:
  - Condición 1: distribución paramétrica contrastada con el test de Kolmogórov-Smirnov (Debido a que en ambas muestras los datos obtenidos después de la exclusión son 60, superiores a 50)
  - Condición 2: Las varianzas deben ser iguales en el diagrama de cajas y bigotes para optar por la observación de las medias y los rangos de las cajas. Sino se opta por el Test de Levene con sus casos. Caso 1: grupos iguales (En el test de Levene la sig. es mayor a 5%, se toma el valor T superior), caso 2: grupos diferentes (En el test de Levene la sig. es menor a 5%, se toma el valor T inferior).

Para el logro de los resultados se siguió el siguiente procedimiento, basándonos en la tesis de (Barrueta Marcellini, 2018).

### **2.2.1. Adquisición de las especies de madera**

**Determinación de la población.** Se determinaron las casas comerciales de madera del distrito de Irazola, tomándose aquellas que se encontraban legalmente constituidas y con regulación al día de acuerdo a la Municipalidad de Irazola. Del total disponible de maderas se contabilizó las que en mejor estado estaban de acuerdo al marco teórico evitando que tengan desperfectos, sumándose en total 15 listones de cada especie para cada casa comercial.



**Determinación de la muestra.** Del total de maderas se seleccionaron en total 30 de cada especie asegurándonos que pertenezcan a arboles diferentes según la procedencia indicada por el dueño del local comercial. Para que estas conformen la muestra debían tener una humedad menor a 15 tomando incluso los criterios estadísticos del tamaño de muestra, constatándose que todas las maderas seleccionadas estaban aptas. Las cuales fueron aserradas de acuerdo a las consideraciones de la norma para el establecimiento de probetas.

**Traslado de la muestra.** Las muestras fueron movilizadas a la ciudad de Pucallpa en una camioneta particular guardando que la condición de la madera permanezca intacta, teniendo especial cuidado por la humedad; hasta los laboratorios con los que previamente se habían coordinado la hora de llegada.

### **2.2.2. Uso del laboratorio**

En el laboratorio se dispusieron los listones codificados para llevar un control al momento de los ensayos. A la vez que se realizaron los ensayos se anotaron los valores en una tabla previamente diseñada e impresa. Se realizaron los ensayos de cada especie hasta completar 30 de acuerdo a la Norma Técnica Peruana, por cualquier detalle técnico se tenía una probeta adicional de cada listón; pero no se tuvo la necesidad de usarlas ya que las 30 primeras resultaron adecuadas.

### **2.2.3. Procesamiento de datos**

Los datos obtenidos de la observación de los ensayos, que fueron anotados en la tabla previamente diseñada e impresa, se tabularon en el



Programa Microsoft Excel y posteriormente se exportaron al Paquete estadístico SPSS donde se realizó la contrastación de las hipótesis.

En el programa Excel se realizó el descarte de valores que salían de los límites de significancia estadística al nivel del 95% bilateral (ninguno fue necesario descartarlo), tampoco se descartó alguno por el criterio recomendado por la Norma según el criterio de Chauvenet que toma en cuenta la media de los datos, la desviación típica muestral y el valor  $K(n)$ , con  $n=30$ .

#### **2.2.4. Comparación de los resultados**

Los resultados se contrastaron mediante la Prueba T Student para determinar si existe diferencia estadística, a partir de los datos previamente cargados al SPSS. Cabe recalcar que la diferencia absoluta no asegura que estadísticamente la haya, ya que la estadística propone una diferencia basada en probabilidad de una cantidad de ensayos. En esta tesis es del 95%.

Se verificaron las hipótesis.

Se contrastó los resultados de promedios con los valores de acuerdo a la Norma E.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones, y con los teóricos del tema.



### CAPÍTULO III DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1. RESULTADOS GENERALES

Se realizaron los ensayos antes descritos y se obtuvieron los siguientes resultados, del cuadro 20, los cuales en páginas sucesivas se detallarán de acuerdo a cada propiedad física.

**Cuadro 20**  
**Resultados comparados de acuerdo a las propiedades físicas**

Propiedad física	Shihuahuaco	Quinilla	Diferencia significativa
Humedad relativa	15,03%	14,89%	No
Densidad básica	0,75 g/cm <sup>3</sup>	0,72 g/cm <sup>3</sup>	Sí
Módulo de elasticidad	151134 kg/cm <sup>2</sup>	172214,20 kg/cm <sup>2</sup>	Sí
Resistencia promedio a la flexión estática	980kg/cm <sup>2</sup>	998 kg/cm <sup>2</sup>	No

Resultando, ambas especies maderables, en el grupo A de la norma E.010 Madera (2021) y la adecuación de la norma E.010 Madera (2014) según SENCICO (2017); y en la clasificación de Aróstegui (1982) citado por (Pantigoso García, 2009) entre el grupo IV y V dependiendo de las propiedades específicas para cada especie; de acuerdo a la tipología de Baluarte y Aróstegui (1991) citado por (López Varas, 2021) entre el grupo IV y V según las propiedades específicas para cada especie; y de acuerdo a Rivero (2004) citado por (Campos Wellmann, 2015) entre medio y alto, dependiendo de las propiedades específicas para cada especies de acuerdo al cuadro 21.



**Cuadro 21 Comparaciones de acuerdo a la Norma E.010 y referentes teóricos de la tesis**

	<b>Propiedad</b>	<b>Shihuahuaco marrón</b>	<b>Quinilla colorada</b>
	Humedad comercial	15,03%	15,03%
<b>Físicas</b>	Densidad básica	0,75 g/cm <sup>3</sup> Norma E.010: A Grupo IV-Alto, según López (2021) Grupo V-Muy alto, según Pantigoso (2009)	0,72 g/cm <sup>3</sup> Norma E.010: A Grupo IV-Alto, según López (2021) Grupo IV-Alto, según Pantigoso (2009)
<b>Mecánicas</b>	Módulo de elasticidad en flexión (MOE)	151134 kg/cm <sup>2</sup> (Norma E.010: A Alto, según Campos (2015))	172214 kg/cm <sup>2</sup> (Norma E.010: A Alto, según Campos (2015))
	Flexión estática-Módulo de rotura en flexión (MOR)	980kg/cm <sup>2</sup> Norma E.010 y SENCICO: A Medio según según Campos (2015) Grupo V-Muy alto, según López (2021) En el Grupo IV Alto, según Pantigoso (2009)	998 kg/cm <sup>2</sup> Norma E.010 y SENCICO: A Medio, según Campos (2015) Grupo V-Muy alto, según López (2021) En el Grupo IV-Alto, según Pantigoso (2009)

*Adaptado del Manual Maderas del Perú de (PROMPEX-WWF-USAID-INIA-ITTO, 2000, pág. 70)*



### 3.2. RESULTADOS ESPECÍFICOS DE LA COMPARACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS ENTRE MADERAS

#### 3.2.1. Humedad

Cuadro 22 Comparaciones de humedad

Nº	Shihuahuaco marrón	quinilla colorada
1	14,73	13,8
2	15,17	14,76
3	14,55	15,76
4	15,73	15,58
5	14,3	14,95
6	14,8	14,29
7	15,75	15,24
8	15,4	14,98
9	15,62	15,17
10	15,15	14,13
11	15,98	14,82
12	14,95	14,52
13	15,52	15,25
14	15,14	14,97
15	14,71	14,64
16	14,55	15,22
17	14,86	15,24
18	15,94	14,34
19	14,54	14,68
20	15,7	15,41
21	15,03	14,16
22	14,66	15,06
23	15,83	14,49
24	15,21	14,85
25	14,1	15,72
26	14,11	15,34
27	14,88	14,7
28	14,35	14,15
29	15,42	15,35
30	14,13	15,23
<b>Promedio</b>	<b>15,03</b>	<b>14,89</b>
<b>Desv. Estándar</b>	<b>0,56</b>	<b>0,49</b>



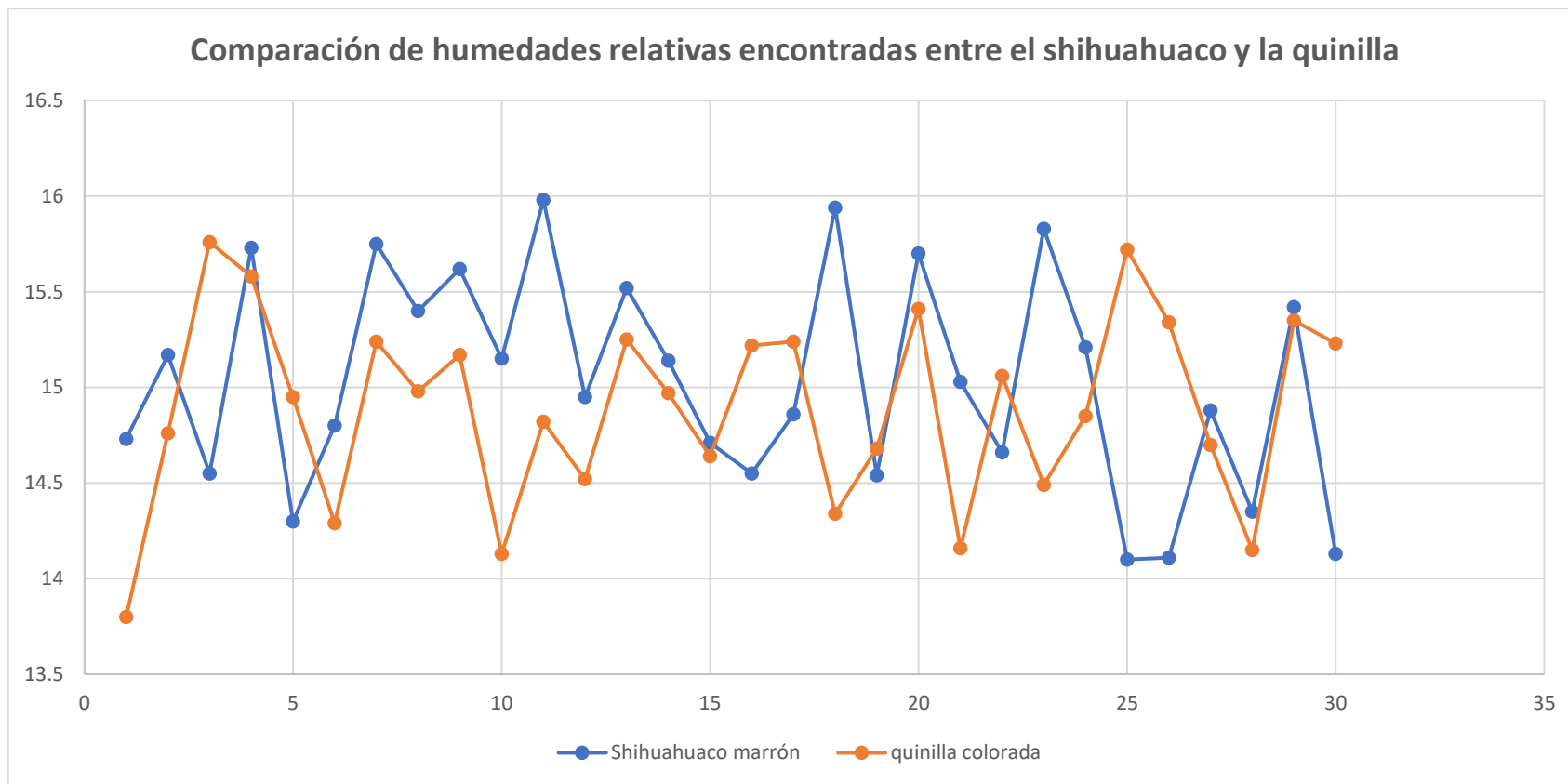


Figura 21 Comparación de humedades entre ambas especies



Humedad	Shihuahuaco	Quinilla
Media	15,03	14,89
Kn	2,54	2,54
Límite inferior para eliminación	13,77	13,79
Límite superior para eliminación	16,28	16,00

Humedad	Shihuahuaco	Quinilla
Media	15,03	14,89
Error estándar	0,10	0,09
IC 95% Límite inferior	14,82	14,71
IC 95% Límite superior	15,23	15,07

## Prueba de normalidad

Histograma

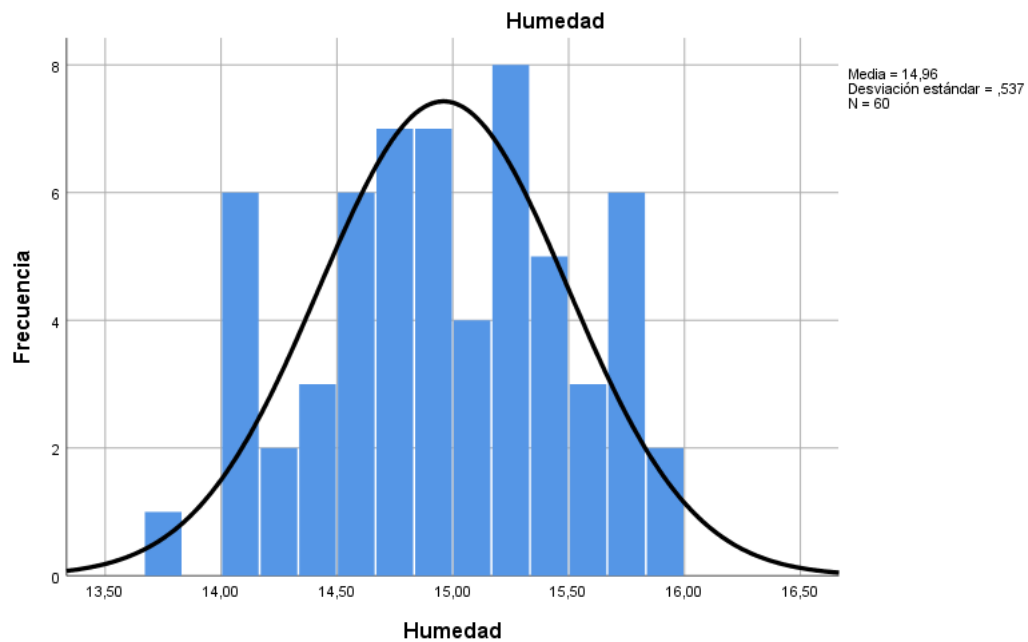


Figura 22 Distribución de datos de la humedad



<b>Coeficiente</b>	<b>Interpretación</b>
Coeficiente de asimetría=-,045	Cola hacia la izquierda ligeramente
Coeficiente de curtosis=-,774	Mesocúrtica (plana)

<b>1</b>	<b>Plantear hipótesis de normalidad</b> H <sub>0</sub> : La distribución de la variable humedad no difiere de la distribución normal. H <sub>1</sub> : La distribución de la variable humedad difiere de la distribución normal.
<b>2</b>	<b>Establecer un nivel de significancia</b> Nivel de significancia (alfa) $\alpha=5\%$ (0,05)
<b>3</b>	<b>Seleccionar estadístico de Prueba</b> a) ANOVA <b>b) Kolmogorov-Smirnov</b> c) Shapiro Wilk d) Test de Levene
<b>4</b>	<b>Valor</b> Valor calculado (Z de K-S)= ,064 Valor de P= ,200* (Con corrección de significación de Lilliefors, es un límite inferior de la significación verdadera)
<b>5</b>	<b>Toma de decisión</b> Si $P < 5\%$ se elige H <sub>1</sub> (No es normal) Si $P > 5\%$ se elige H <sub>0</sub> (Es normal) La distribución de la variable humedad no difiere de la distribución normal.

### Interpretación

La distribución de la variable humedad tiene distribución normal.

### Prueba de hipótesis

Diagrama de cajas y bigotes

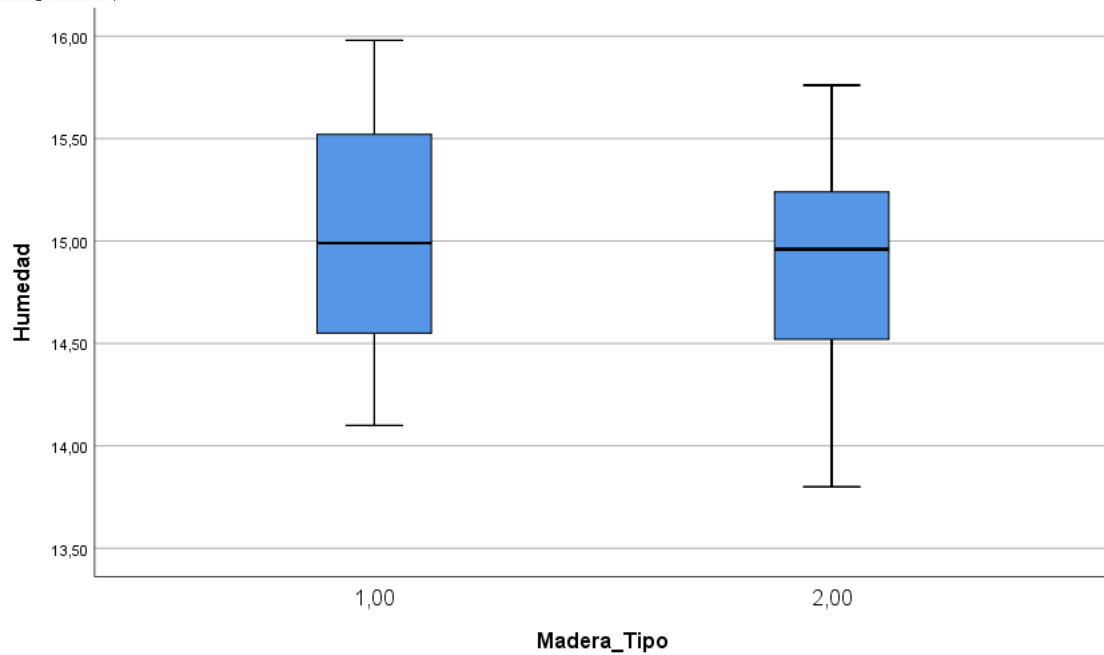


Figura 23 Diagrama de barras y bigotes de la humedad

La madera tipo 1: shihuahuaco y la madera tipo 2: quinilla tienen variabilidades similares y sus medias se encuentran contenidas en la caja de la madera del otro tipo. Se trata como grupos iguales.

#### Ritual de significancia estadística

<b>1</b>	<b>Plantear hipótesis</b> $H_0$ : La humedad de la madera shihuahuaco no es diferente a la humedad de la madera quinilla. $H_1$ : La humedad de la madera shihuahuaco es diferente a la humedad de la madera quinilla.
<b>2</b>	<b>Establecer un nivel de significancia</b> Nivel de significancia (alfa) $\alpha=5\%$ (0,05)
<b>3</b>	Seleccionar estadístico de Prueba a) t de Student para una muestra <b>b) t para grupos independientes</b> c) t para medidas repetidas d) Análisis de varianza
<b>4</b>	<b>Contraste de hipótesis para la varianza</b> Propósito: analizar la variabilidad aleatoria $H_0$ : La variabilidad en ambos grupos no son diferentes ( $>5\%$ ) $H_1$ : La variabilidad en ambos grupos son diferentes ( $<5\%$ ) La prueba de hipótesis se realiza con el estadístico: <b>Test de Levene</b> Sig. Levene=0,368, se acepta $H_0$ : Las variabilidades en ambos grupos son iguales u homogéneos.



<b>5</b>	<b>Valor de P</b> Como las variabilidades en ambos grupos son iguales se toma $t=0,964$ con una significancia bilateral $P=0,339 =33,9\%$ (arriba) <b>Lectura del p-valor</b> Con una probabilidad de error del 33,9% la humedad de la madera shihuahuaco es diferente a la humedad de la madera quinilla.
<b>6</b>	<b>Toma de decisión</b> Si $P < 5\%$ se elige $H_1$ (Son diferentes) Si $P > 5\%$ se elige $H_0$ (Son iguales) Por lo tanto, <u>la humedad de la madera shihuahuaco no es diferente a la humedad de la madera quinilla.</u>

### Interpretación

Que la madera shihuahuaco tiene la misma humedad que la madera quinilla de acuerdo a la muestra piloto ( $n=30$ ) que sugiere la norma para categorizar especies maderables.



### 3.2.2. Densidad básica

**Cuadro 23 Comparaciones de densidad básica**

Nº	Shihuahuaco marrón	quinilla colorada
1	0,83	0,70
2	0,66	0,70
3	0,66	0,75
4	0,70	0,71
5	0,79	0,67
6	0,78	0,63
7	0,69	0,71
8	0,81	0,78
9	0,68	0,78
10	0,74	0,74
11	0,83	0,67
12	0,84	0,69
13	0,68	0,71
14	0,76	0,73
15	0,75	0,80
16	0,84	0,78
17	0,74	0,71
18	0,80	0,79
19	0,79	0,69
20	0,69	0,65
21	0,72	0,75
22	0,75	0,66
23	0,67	0,71
24	0,81	0,63
25	0,75	0,77
26	0,65	0,75
27	0,82	0,61
28	0,68	0,66
29	0,72	0,78
30	0,77	0,77
<b>Promedio</b>	<b>0,75</b>	<b>0,71</b>
<b>Desv. Estándar</b>	<b>0,06</b>	<b>0,05</b>

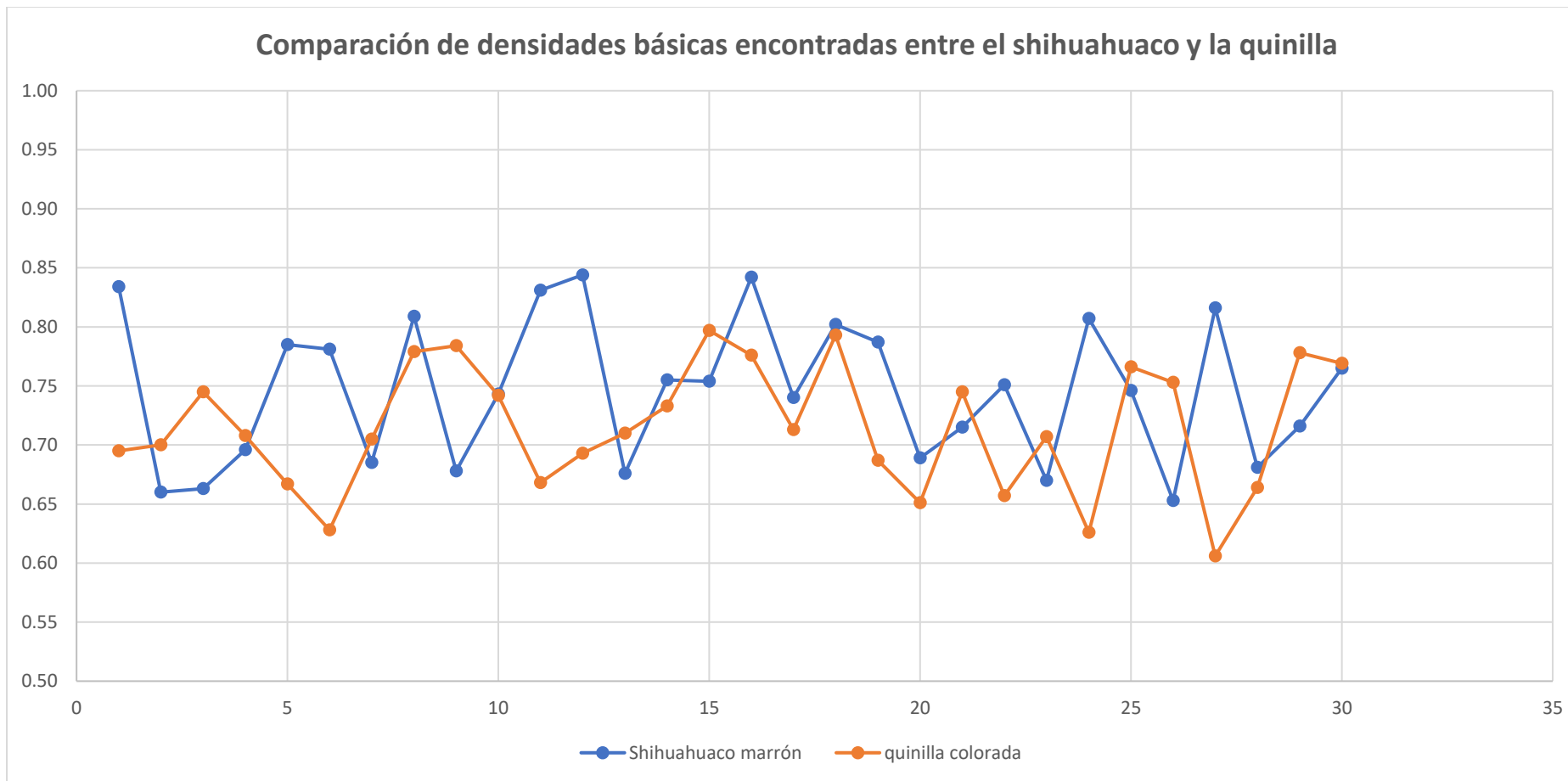


Figura 24 Comparaciones de densidades de ambas especies



Densidad básica	Shihuahuaco	Quinilla
Media	0,746	0,715
Kn	2,54	2,54
Límite inferior para eliminación	0,611	0,597
Límite superior para eliminación	0,880	0,833

Densidad	Shihuahuaco	Quinilla
Media	0,746	0,715
Error estándar	0,011	0,098
IC 95% Límite inferior	0,72	0,52
IC 95% Límite superior	0,77	0,91

## Prueba de normalidad

Histograma

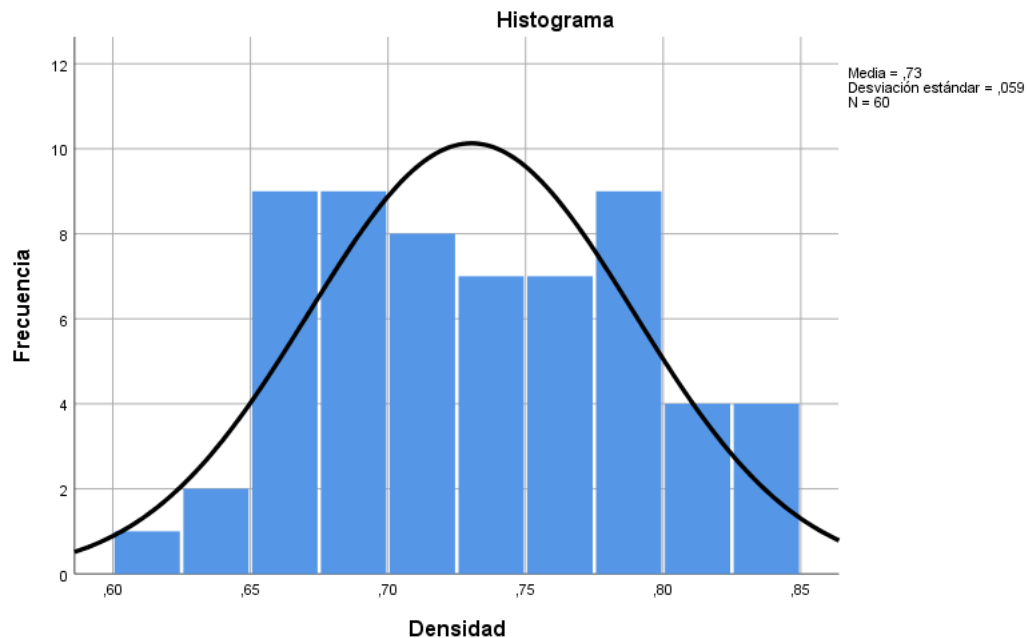


Figura 25 Distribución de datos de la densidad básica





<b>Coeficiente</b>	<b>Interpretación</b>
Coeficiente de asimetría= ,051	Simétrica
Coeficiente de curtosis= -,841	Mesocúrtica (plana)

<b>1</b>	<b>Plantear hipótesis de normalidad</b> H <sub>0</sub> : La distribución de la variable densidad básica no difiere de la distribución normal. H <sub>1</sub> : La distribución de la variable densidad básica difiere de la distribución normal.
<b>2</b>	<b>Establecer un nivel de significancia</b> Nivel de significancia (alfa) $\alpha=5\%$ (0,05)
<b>3</b>	<b>Seleccionar estadístico de Prueba</b> a) ANOVA <b>b) Kolmogorov-Smirnov</b> c) Shapiro Wilk d) Test de Levene
<b>4</b>	<b>Valor</b> Valor calculado (Z de K-S)= 0,079 Valor de P= ,200* (Con corrección de significación de Lilliefors, es un límite inferior de la significación verdadera)
<b>5</b>	<b>Toma de decisión</b> Si $P < 5\%$ se elige H <sub>1</sub> (No es normal) Si $P > 5\%$ se elige H <sub>0</sub> (Es normal) La distribución de la variable densidad básica no difiere de la distribución normal.

### Interpretación

La distribución de la variable densidad básica tiene distribución normal.

### Prueba de hipótesis

Diagrama de cajas y bigotes

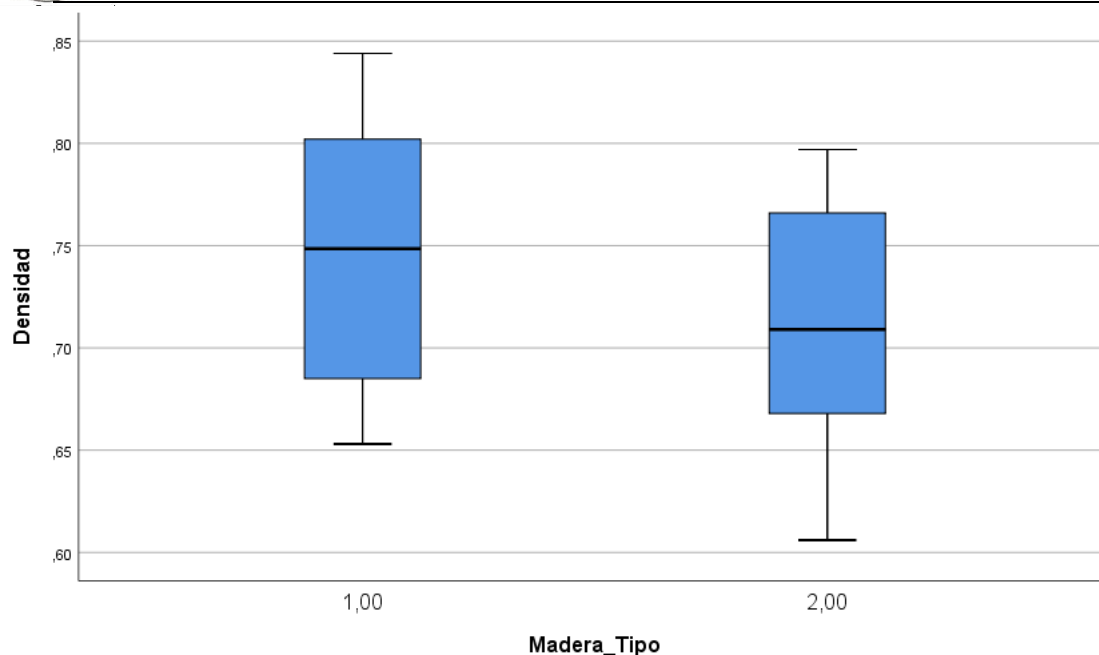


Figura 26 Diagrama de cajas y bigotes de la densidad básica

La madera tipo 1: shihuahuaco y la madera tipo 2: quinilla tienen variabilidades similares y sus medias se encuentran contenidas en la caja de la madera del otro tipo. Se trata como grupos iguales.

#### Ritual de significancia estadística

<b>1</b>	<b>Plantear hipótesis</b> H <sub>0</sub> : La densidad básica de la madera shihuahuaco no es diferente a la densidad básica de la madera quinilla. H <sub>1</sub> : La densidad básica de la madera shihuahuaco es diferente a la densidad básica de la madera quinilla.
<b>2</b>	<b>Establecer un nivel de significancia</b> Nivel de significancia (alfa) $\alpha=5\%$ (0,05)
<b>3</b>	Seleccionar estadístico de Prueba a) t de Student para una muestra <b>b) t para grupos independientes</b> c) t para medidas repetidas d) Análisis de varianza
<b>4</b>	<b>Contraste de hipótesis para la varianza</b> Propósito: analizar la variabilidad aleatoria H <sub>0</sub> : La variabilidad en ambos grupos no son diferentes (>5%) H <sub>1</sub> : La variabilidad en ambos grupos son diferentes (<5%) La prueba de hipótesis se realiza con el estadístico: <b>Test de Levene</b> Sig. Levene=0,350, se acepta H <sub>0</sub> : Las variabilidades en ambos grupos son iguales u homogéneos.



<b>5</b>	<b>Valor de P</b> Como las variabilidades en ambos grupos son iguales se toma $t=2,087$ con una significancia bilateral $P=0,041 =4,1\%$ (arriba) <b>Lectura del p-valor</b> Con una probabilidad de error del 4,1% la densidad básica de la madera shihuahuaco es diferente a la densidad básica de la madera quinilla.
<b>6</b>	<b>Toma de decisión</b> Si $P < 5\%$ se elige $H_1$ (Son diferentes) Si $P > 5\%$ se elige $H_0$ (Son iguales) Por lo tanto, <u>La densidad básica de la madera shihuahuaco es diferente a la densidad básica de la madera quinilla.</u>

### Interpretación

Que la madera shihuahuaco tiene diferente densidad básica que la madera quinilla de acuerdo a la muestra piloto ( $n=30$ ) que sugiere la norma para categorizar especies maderables.



### 3.2.3. Módulo de elasticidad

Cuadro 24 Comparaciones de módulos de elasticidad

Nº	Shihuahuaco marrón	quinilla colorada
1	116263	155462
2	163315	214870
3	141836	181680
4	177576	216979
5	180104	126735
6	142215	180256
7	167979	138981
8	171878	132046
9	110955	129770
10	164492	232069
11	170819	149402
12	151511	188715
13	169325	166224
14	111184	192931
15	138111	212467
16	178714	222723
17	158715	145200
18	175527	184180
19	152177	184994
20	148172	130839
21	106724	181987
22	138645	127284
23	122378	210584
24	163711	135082
25	182765	159666
26	184267	220683
27	127583	151216
28	129544	160247
29	162674	123178
30	124870	209976
<b>Promedio</b>	<b>151134,30</b>	<b>172214,20</b>
<b>Desv. Estándar</b>	<b>23479,21</b>	<b>33908,04</b>

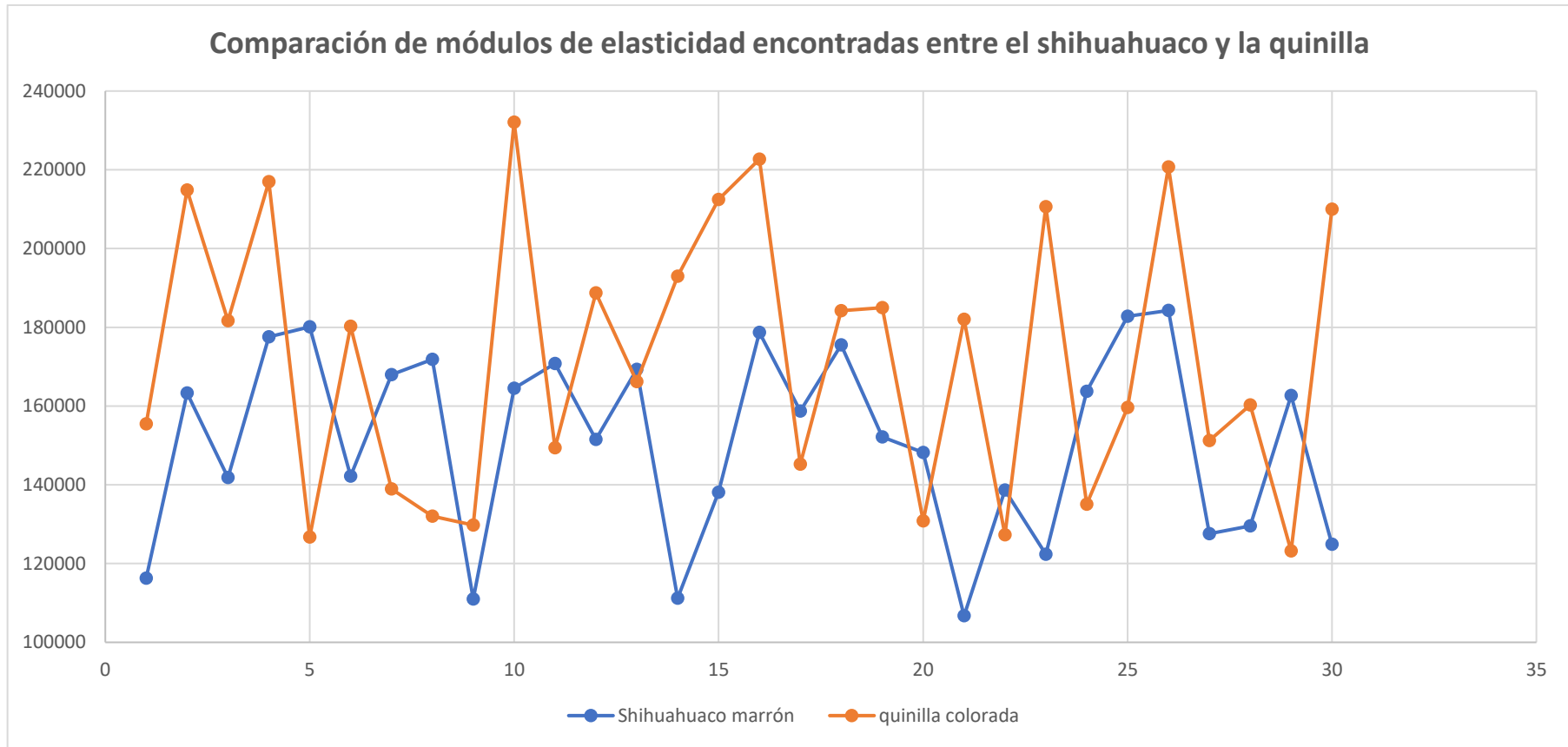


Figura 27 Comparación de los módulos de elasticidad de ambas especies



Módulo de elasticidad	Shihuahuaco	Quinilla
Media	151134,30	172214,20
Kn	2,54	2,54
Límite inferior para eliminación	98540,87	96260,20
Límite superior para eliminación	203727,73	248168,20

Módulo de elasticidad	Shihuahuaco	Quinilla
Media	151134	172214
Error estándar	4360	6297
IC 95% Límite inferior	142589	159873
IC 95% Límite superior	159680	184555

## Prueba de normalidad

Histograma

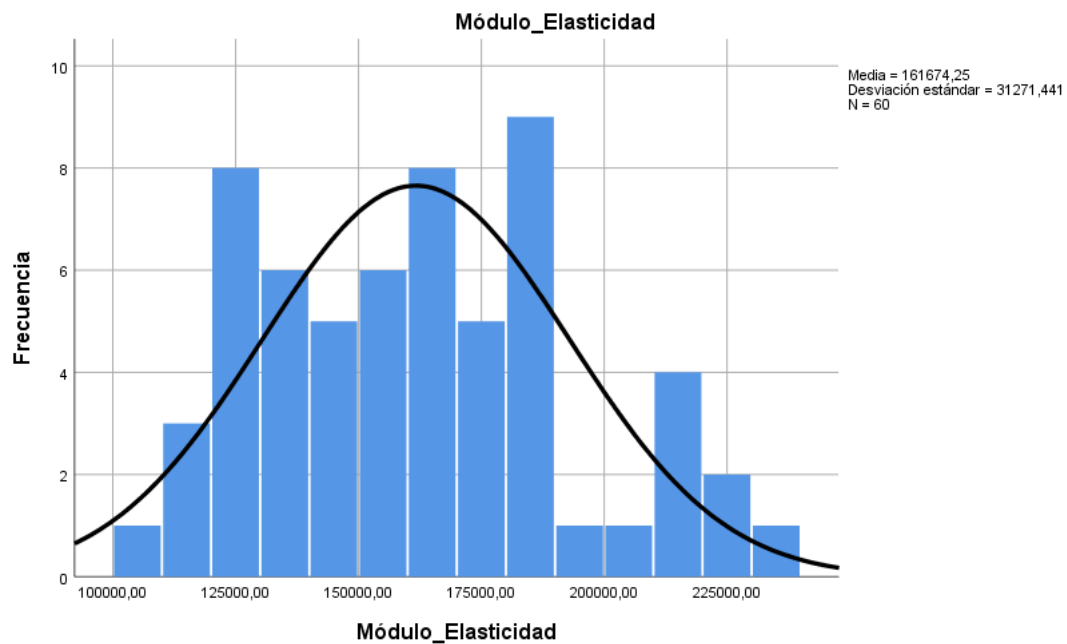


Figura 28 Distribución de datos de la los módulos de elasticidad



<b>Coeficiente</b>	<b>Interpretación</b>
Coeficiente de asimetría= ,337	Simétrica
Coeficiente de curtosis= -,573	Mesocúrtica (plana)

<b>1</b>	<b>Plantear hipótesis de normalidad</b> H <sub>0</sub> : La distribución de la variable módulo de elasticidad no difiere de la distribución normal. H <sub>1</sub> : La distribución de la variable módulo de elasticidad difiere de la distribución normal.
<b>2</b>	<b>Establecer un nivel de significancia</b> Nivel de significancia (alfa) $\alpha=5\%$ (0,05)
<b>3</b>	<b>Seleccionar estadístico de Prueba</b> a) ANOVA <b>b) Kolmogorov-Smirnov</b> c) Shapiro Wilk d) Test de Levene
<b>4</b>	<b>Valor</b> Valor calculado (Z de K-S)= ,072 Valor de P= ,200* (Con corrección de significación de Lilliefors, es un límite inferior de la significación verdadera)
<b>5</b>	<b>Toma de decisión</b> Si $P < 5\%$ se elige H <sub>1</sub> (No es normal) Si $P > 5\%$ se elige H <sub>0</sub> (Es normal) La distribución de la variable módulo de elasticidad no difiere de la distribución normal.

### Interpretación

La distribución de la variable módulo de elasticidad tiene distribución normal.

### Prueba de hipótesis

Diagrama de cajas y bigotes

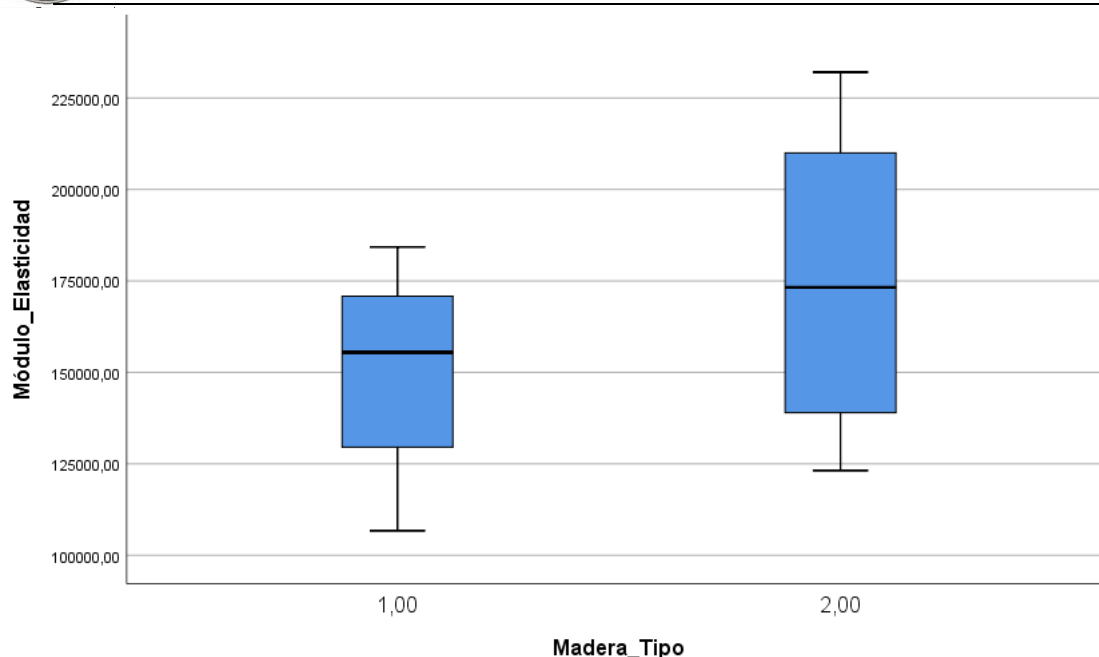


Figura 29 Diagrama de cajas y bigotes de los módulos de elasticidad

La madera tipo 1: shihuahuaco y la madera tipo 2: quinilla tienen variabilidades distintas y sus medias de una no se encuentra contenida en la caja de la madera del otro tipo. Se duda sobre el tratamiento como grupos iguales o diferentes, requiere prueba de Test de Levene.

Ritual de significancia estadística

1	<b>Plantear hipótesis</b> H <sub>0</sub> : El módulo de elasticidad de la madera shihuahuaco no es diferente al módulo de elasticidad de la madera quinilla. H <sub>1</sub> : El módulo de elasticidad de la madera shihuahuaco es diferente al módulo de elasticidad de la madera quinilla.
2	<b>Establecer un nivel de significancia</b> Nivel de significancia (alfa) $\alpha=5\%$ (0,05)
3	Seleccionar estadístico de Prueba a) t de Student para una muestra <b>b) t para grupos independientes</b> c) t para medidas repetidas d) Análisis de varianza
4	<b>Contraste de hipótesis para la varianza</b> Propósito: analizar la variabilidad aleatoria H <sub>0</sub> : La variabilidad en ambos grupos no son diferentes ( $>5\%$ ) H <sub>1</sub> : La variabilidad en ambos grupos son diferentes ( $<5\%$ ) La prueba de hipótesis se realiza con el estadístico: <b>Test de Levene</b>





	Sig. Levene=0,009, se acepta $H_1$ : Las variabilidades en ambos grupos son diferentes u heterogéneos.
<b>5</b>	<b>Valor de P</b> Como las variabilidades en ambos grupos son diferentes se toma $t=-2,752$ con una significancia bilateral $P=0,008 = 0,8\%$ (abajo) <b>Lectura del p-valor</b> Con una probabilidad de error del 0,8% el módulo de elasticidad de la madera shihuahuaco es diferente al módulo de elasticidad de la madera quinilla.
<b>6</b>	<b>Toma de decisión</b> Si $P < 5\%$ se elige $H_1$ (Son diferentes) Si $P > 5\%$ se elige $H_0$ (Son iguales) Por lo tanto, el módulo de elasticidad <u>de la madera shihuahuaco es diferente al módulo de elasticidad de la madera quinilla.</u>

### Interpretación

Que la madera shihuahuaco tiene diferente módulo de elasticidad que la madera quinilla de acuerdo a la muestra piloto ( $n=30$ ) que sugiere la norma para categorizar especies maderables.



### 3.2.4. Resistencia a la flexión

**Cuadro 25 Comparaciones de resistencias a la flexión**

Nº	Shihuahuaco marrón	quinilla colorada
1	841	1072
2	958	1052
3	930	941
4	915	1004
5	1068	1105
6	938	1036
7	1058	869
8	952	1006
9	1060	1094
10	1081	985
11	1117	954
12	1017	974
13	911	1127
14	1116	1063
15	930	1048
16	1066	1045
17	996	967
18	1100	1020
19	987	921
20	989	875
21	1094	883
22	885	992
23	883	881
24	958	964
25	952	976
26	1028	898
27	913	1038
28	855	1009
29	830	1041
30	975	1105
<b>Promedio</b>	<b>980,10</b>	<b>998,17</b>
<b>Desv. Estándar</b>	<b>82,71</b>	<b>71,85</b>

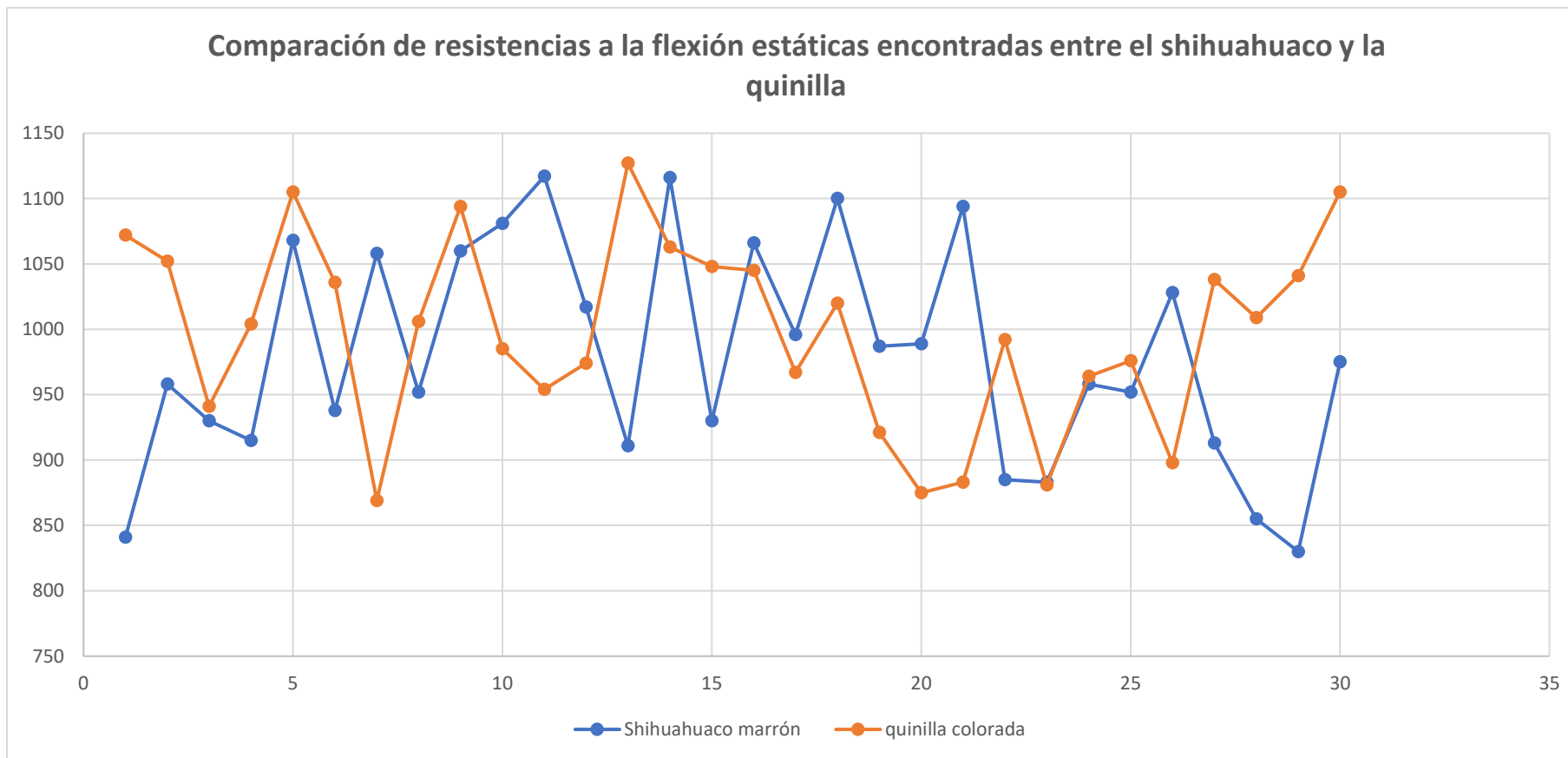


Figura 30 Comparaciones entre las resistencias a la flexión estática para ambas especies



Resistencia a la flexión	Shihuahuaco	Quinilla
Media	980,10	998,17
Kn	2,54	2,54
Límite inferior para eliminación	794,83	837,23
Límite superior para eliminación	1165,37	1159,10

Resistencia a la flexión	Shihuahuaco	Quinilla
Media	980	998
Error estándar	15	13
IC 95% Límite inferior	950	972
IC 95% Límite superior	1010	1024

## Prueba de normalidad

Histograma

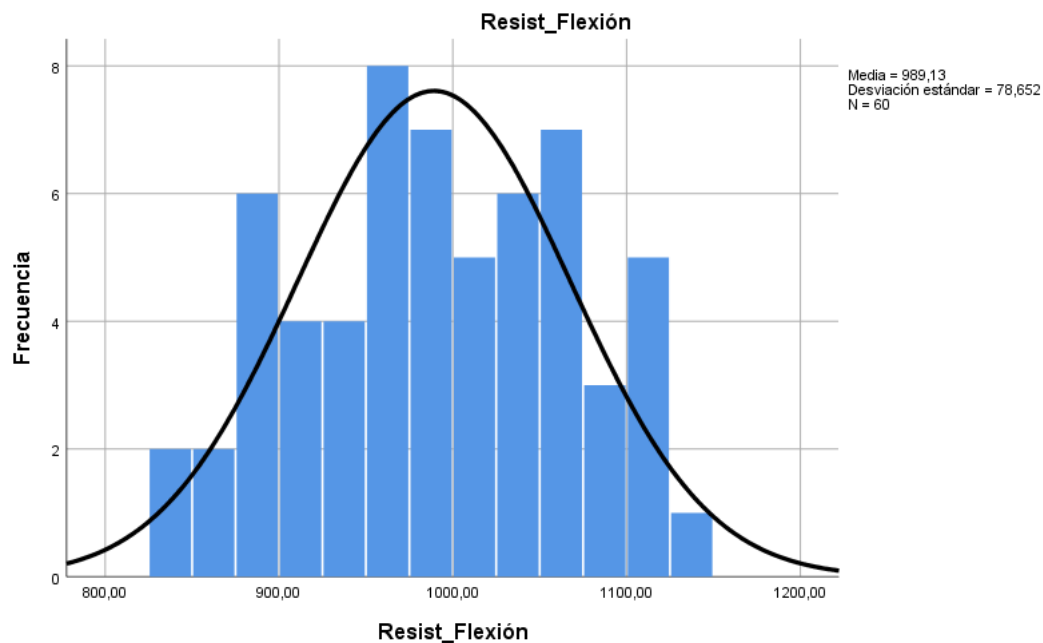


Figura 31 Distribución de datos de la resistencia a la flexión estática



Coeficiente	Interpretación
Coeficiente de asimetría= -,107	Simétrica
Coeficiente de curtosis= -,933	Mesocúrtica (plana)

1	<b>Plantear hipótesis de normalidad</b> H <sub>0</sub> : La distribución de la variable resistencia a la flexión no difiere de la distribución normal. H <sub>1</sub> : La distribución de la variable resistencia a la flexión difiere de la distribución normal.
2	<b>Establecer un nivel de significancia</b> Nivel de significancia (alfa) $\alpha=5\%$ (0,05)
3	<b>Seleccionar estadístico de Prueba</b> a) ANOVA b) Kolmogorov-Smirnov c) Shapiro Wilk d) Test de Levene
4	<b>Valor</b> Valor calculado (Z de K-S)= ,074 Valor de P= ,200* (Con corrección de significación de Lilliefors, es un límite inferior de la significación verdadera)
5	<b>Toma de decisión</b> Si $P < 5\%$ se elige H <sub>1</sub> (No es normal) Si $P > 5\%$ se elige H <sub>0</sub> (Es normal) La distribución de la variable resistencia a la flexión no difiere de la distribución normal.

### Interpretación

La distribución de la variable resistencia a la flexión tiene distribución normal.

### Prueba de hipótesis

Diagrama de cajas y bigotes

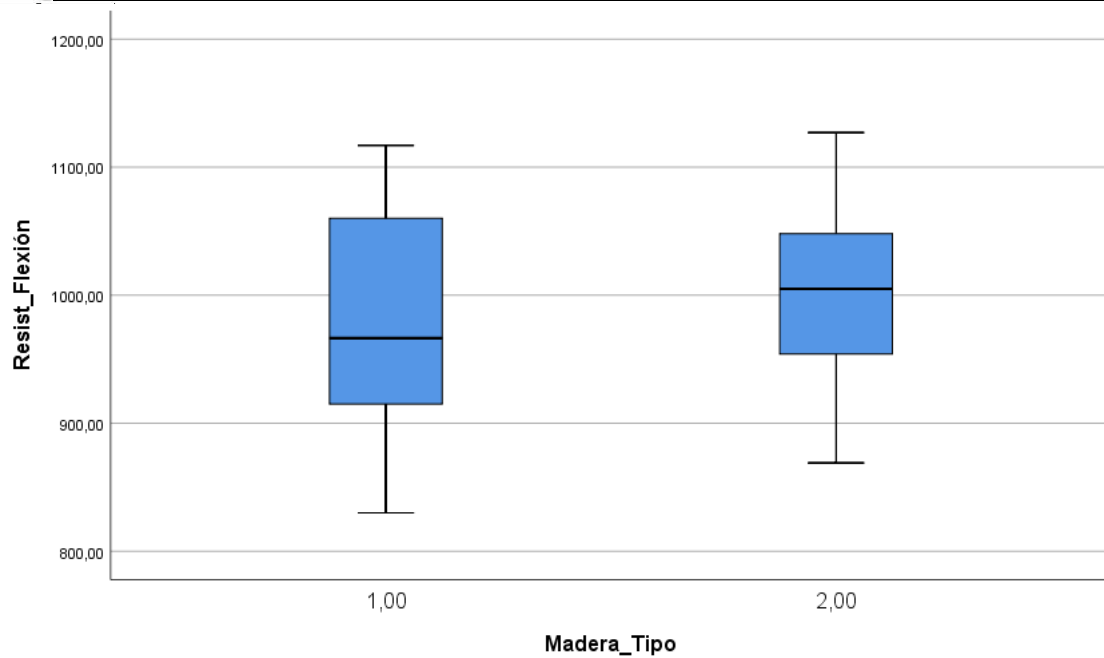


Figura 32 Diagrama de cajas y bigotes de la resistencia a la flexión estática

La madera tipo 1: shihuahuaco y la madera tipo 2: quinilla tienen variabilidades similares y sus medias se encuentran contenidas en la caja de la madera del otro tipo. Se trata como grupos iguales, aunque se recomienda realizar el Test de Levene.

#### Ritual de significancia estadística

<b>1</b>	<b>Plantear hipótesis</b> $H_0$ : La resistencia a la flexión de la madera shihuahuaco no es diferente a la resistencia a la flexión de la madera quinilla. $H_1$ : La resistencia a la flexión de la madera shihuahuaco es diferente a la resistencia a la flexión de la madera quinilla.
<b>2</b>	<b>Establecer un nivel de significancia</b> Nivel de significancia (alfa) $\alpha=5\%$ (0,05)
<b>3</b>	Seleccionar estadístico de Prueba a) t de Student para una muestra <b>b) t para grupos independientes</b> c) t para medidas repetidas d) Análisis de varianza
<b>4</b>	<b>Contraste de hipótesis para la varianza</b> Propósito: analizar la variabilidad aleatoria $H_0$ : La variabilidad en ambos grupos no son diferentes ( $>5\%$ ) $H_1$ : La variabilidad en ambos grupos son diferentes ( $<5\%$ ) La prueba de hipótesis se realiza con el estadístico: <b>Test de Levene</b>



	Sig. Levene=0,332, se acepta $H_1$ : Las variabilidades en ambos grupos son iguales u homogéneos.
<b>5</b>	<b>Valor de P</b> Como las variabilidades en ambos grupos son iguales se toma $t=-0,888$ con una significancia bilateral $P=0,378 =37,8\%$ (arriba) <b>Lectura del p-valor</b> Con una probabilidad de error del 37,8% la resistencia a la flexión de la madera shihuahuaco no es diferente a resistencia a la flexión de la madera quinilla.
<b>6</b>	<b>Toma de decisión</b> Si $P < 5\%$ se elige $H_1$ (Son diferentes) Si $P > 5\%$ se elige $H_0$ (Son iguales) Por lo tanto, la resistencia a la flexión <u>de la madera shihuahuaco es igual a la resistencia a la flexión de la madera quinilla.</u>

### Interpretación

Que la madera shihuahuaco tiene igual resistencia a la flexión que la madera quinilla de acuerdo a la muestra piloto ( $n=30$ ) que sugiere la norma para categorizar especies maderables.

### 3.2.5. Compresión paralela

Adicionalmente a las pruebas antes mencionadas, debido a que los resultados mostraban que estadísticamente la madera shihuahuaco es más densa que la quinilla, además que la primera tiene menos propiedades elásticas que la segunda, se decidió probar la prueba de compresión paralela que se tenía cortada de acuerdo a Norma, sólo con el fin de mejorar las recomendaciones sobre el uso de ambas maderas para vigas. Esto porque si el shihuahuaco no resultado tan buena opción como la quinilla para el uso en vigas tal vez estadísticamente sea superior para criterios de columna. Con el afán de mejorar las recomendaciones se realizó la compresión paralela, y no se hizo otras pruebas adicionales ya que escapan a los objetivos de esta tesis y porque la compresión paralela es la que tiene mayor aplicación práctica.



**Cuadro 26 Comparaciones de la compresión paralela**

Nº	Shihuahuaco marrón	quinilla colorada
1	656	500
2	830	686
3	733	727
4	506	555
5	798	335
6	657	627
7	724	447
8	803	768
9	784	741
10	559	588
11	712	547
12	838	739
13	573	673
14	665	607
15	607	441
16	759	660
17	599	610
18	568	521
19	531	548
20	593	723
21	559	635
22	662	635
23	818	513
24	679	416
25	818	683
26	844	435
27	535	727
28	607	606
29	677	585
30	685	419
<b>Promedio</b>	<b>679,30</b>	<b>589,90</b>
<b>Desv. Estándar</b>	<b>102,89</b>	<b>112,96</b>



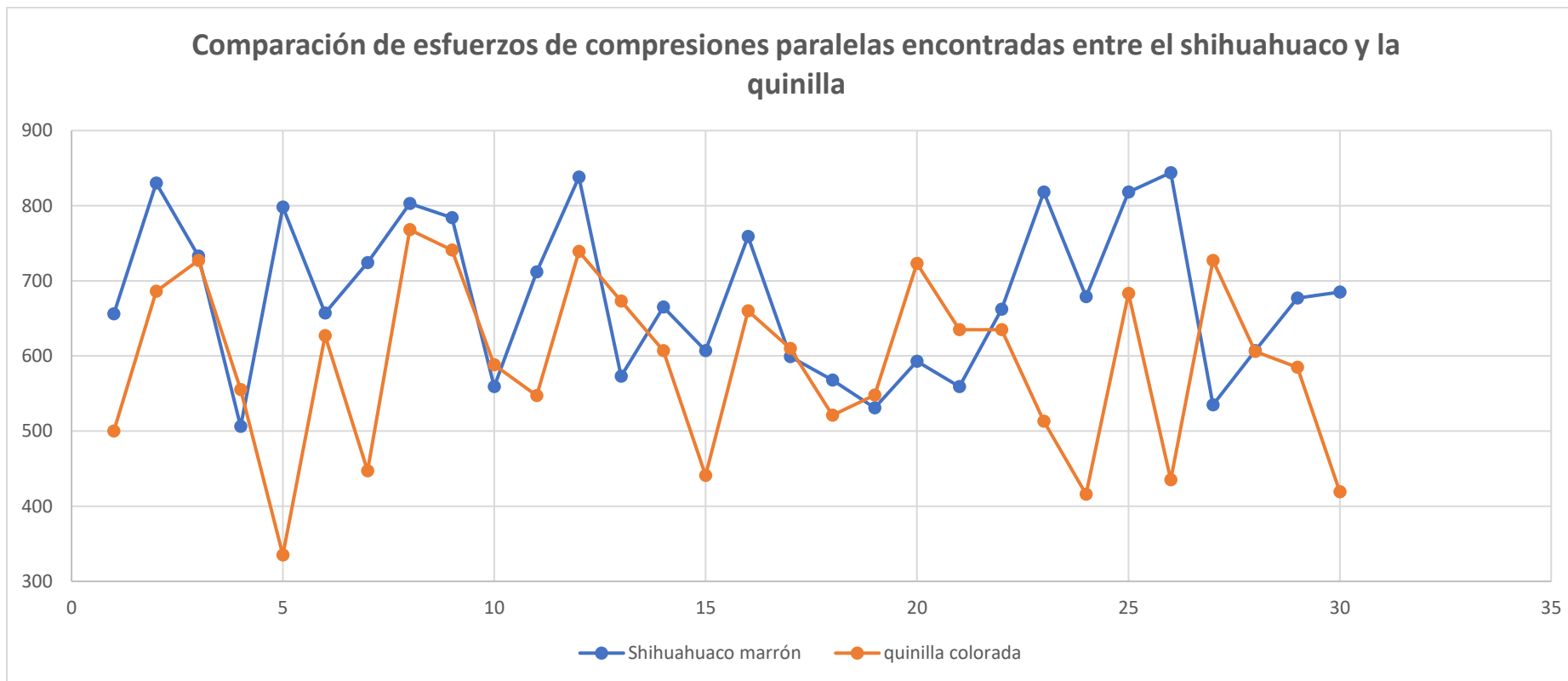


Figura 33 Comparaciones de la compresión paralela



Compresión paralela	Shihuahuaco	Quinilla
Media	679,30	589,90
Kn	2,54	2,54
Límite inferior para eliminación	448,84	336,87
Límite superior para eliminación	909,76	842,93

Comprensión paralela	Shihuahuaco	Quinilla
Media	679	590
Error estándar	19	21
IC 95% Límite inferior	642	549
IC 95% Límite superior	717	631

## Prueba de normalidad

Histograma

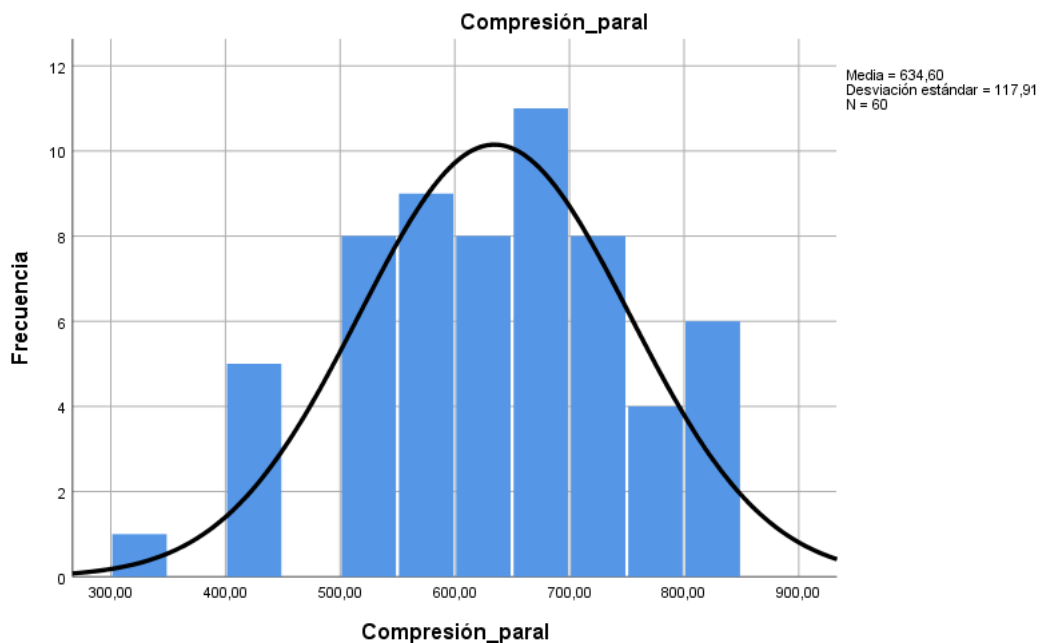


Figura 34 Distribución de datos de la compresión paralela



<b>Coeficiente</b>	<b>Interpretación</b>
Coeficiente de asimetría= -,226	Simétrica
Coeficiente de curtosis= -,362	Ligeramente mesocúrtica (plana)

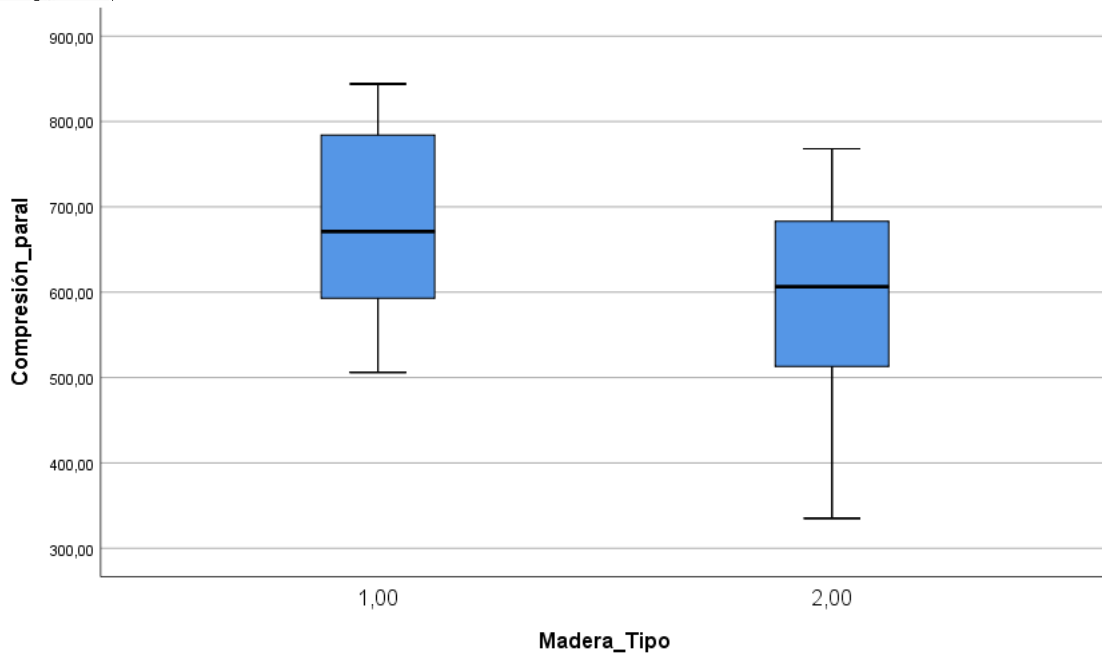
<b>1</b>	<b>Plantear hipótesis de normalidad</b> H <sub>0</sub> : La distribución de la variable compresión paralela no difiere de la distribución normal. H <sub>1</sub> : La distribución de la variable compresión paralela difiere de la distribución normal.
<b>2</b>	<b>Establecer un nivel de significancia</b> Nivel de significancia (alfa) $\alpha=5\%$ (0,05)
<b>3</b>	<b>Seleccionar estadístico de Prueba</b> a) ANOVA <b>b) Kolmogorov-Smirnov</b> c) Shapiro Wilk d) Test de Levene
<b>4</b>	<b>Valor</b> Valor calculado (Z de K-S)= ,057 Valor de P= ,200* (Con corrección de significación de Lilliefors, es un límite inferior de la significación verdadera)
<b>5</b>	<b>Toma de decisión</b> Si $P < 5\%$ se elige H <sub>1</sub> (No es normal) Si $P > 5\%$ se elige H <sub>0</sub> (Es normal) La distribución de la variable compresión paralela no difiere de la distribución normal.

### Interpretación

La distribución de la variable compresión paralela tiene distribución normal.

### Prueba de hipótesis

Diagrama de cajas y bigotes



**Figura 35 Diagrama de cajas y bigotes de la compresión paralela**

La madera tipo 1: shihuahuaco y la madera tipo 2: quinilla tienen variabilidades similares y sus medias se encuentran contenidas en la caja de la madera del otro tipo. Se trata como grupos iguales, aunque se recomienda realizar el Test de Levene.

Ritual de significancia estadística

<b>1</b>	<b>Plantear hipótesis</b> H <sub>0</sub> : La compresión paralela de la madera shihuahuaco no es diferente a la compresión paralela de la madera quinilla. H <sub>1</sub> : La compresión paralela de la madera shihuahuaco es diferente a la compresión paralela de la madera quinilla.
<b>2</b>	<b>Establecer un nivel de significancia</b> Nivel de significancia (alfa) $\alpha=5\%$ (0,05)
<b>3</b>	Seleccionar estadístico de Prueba a) t de Student para una muestra <b>b) t para grupos independientes</b> c) t para medidas repetidas d) Análisis de varianza
<b>4</b>	<b>Contraste de hipótesis para la varianza</b> Propósito: analizar la variabilidad aleatoria H <sub>0</sub> : La variabilidad en ambos grupos no son diferentes (>5%) H <sub>1</sub> : La variabilidad en ambos grupos son diferentes (<5%) La prueba de hipótesis se realiza con el estadístico: <b>Test de Levene</b> Sig. Levene=0,686, se acepta H <sub>0</sub> : Las variabilidades en ambos grupos son iguales u homogéneos.
<b>5</b>	<b>Valor de P</b>



	<p>Como las variabilidades en ambos grupos son iguales se toma <math>t=3,151</math> con una significancia bilateral <math>P=0,003 =0,3\%</math> (arriba)</p> <p><b>Lectura del p-valor</b></p> <p>Con una probabilidad de error del 0,3% la compresión paralela de la madera shihuahuaco es diferente a la compresión paralela de la madera quinilla.</p>
<b>6</b>	<p><b>Toma de decisión</b></p> <p>Si <math>P &lt; 5\%</math> se elige <math>H_1</math> (Son diferentes)</p> <p>Si <math>P &gt; 5\%</math> se elige <math>H_0</math> (Son iguales)</p> <p>Por lo tanto, la compresión paralela <u>de la madera shihuahuaco es diferente al módulo de elasticidad de la madera quinilla.</u></p>

### Interpretación

Que la madera shihuahuaco tiene diferente compresión paralela que la madera quinilla de acuerdo a la muestra piloto ( $n=30$ ) que sugiere la norma para categorizar especies maderables.



## **CONCLUSIONES**

### **Conclusión general**

La resistencia a la flexión en vigas de la madera shihuahuaco estadísticamente son similares al de la quinilla, después de comparar sus comportamientos mecánicos a partir de ensayos experimentales; sin embargo, la quinilla destaca significativamente por su elasticidad superior recomendando su uso en vigas como material de construcción en el distrito de Irazola, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali, en contraste el shihuahuaco es significativamente mejor para su uso en columnas. A pesar de todo ambas especies son recomendadas para su uso en vigas y estructuras al ubicarse en la tipología A de la Norma E.010 y según autores sus propiedades físicas de flexión están entre media y alta.

### **Conclusiones específicas**

La densidad básica de la madera shihuahuaco es estadísticamente mayor que al de la quinilla, comercializada en el distrito de Irazola. Siendo respectivamente sus valores  $0,75 \text{ g/cm}^3$  y  $0,72 \text{ g/cm}^3$ .

El módulo de elasticidad promedio de la madera quinilla es estadísticamente superior al del shihuahuaco, comercializada en el distrito de Irazola. Siendo respectivamente sus valores  $172214,20 \text{ kg/cm}^2$  y  $151134 \text{ kg/cm}^2$ .

El esfuerzo admisible a la flexión promedio de la madera shihuahuaco estadísticamente es similar al de la quinilla, comercializada en el distrito de Irazola. Sin embargo, la quinilla ( $998 \text{ kg/cm}^2$ ) tiene características físicas de flexibilidad mejores que las del shihuahuaco ( $980 \text{ kg/cm}^2$ )



De acuerdo a los resultados promedios hallados de la madera shihuahuaco y quinilla ambas son recomendadas para su uso en vigas según el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.010 en la tipología A y clasificaciones según autores con propiedades superiores.



## **SUGERENCIAS**

### **SUGERENCIAS DE LA INVESTIGACIÓN**

Debido a que ambas maderas tienen similares propiedades físicas se recomiendan su uso en vigas. Sin embargo, la quinilla tiene mejores propiedades elásticas para las vigas y el shihuahuaco mejores propiedades para columnas.

Si se debe elegir para su uso en vigas, es preferible usar quinilla debido a que es menos densa por lo que puede aminorar el peso de las vigas con una mejor flexibilidad, y con similar resistencia que el shihuahuaco.

Se recomienda utilizar la quinilla comercializada en el distrito de Irazola en vigas debido a que cumple con la norma en cuanto al porcentaje de humedad y porque la quinilla es estadísticamente superior al del shihuahuaco.

Respecto a la capacidad de esfuerzo admisible a la flexión ligeramente la quinilla es superior al shihuahuaco, pero esto no resulta significativo pues podrían hallarse listones en que el shihuahuaco es mejor que la quinilla, esto básicamente por el tipo de corte y de la parte del tronco al que pertenecía. Por lo cual se recomienda verificar una humedad inferior al 15% y que la figura en el listón corresponda a una distribución longitudinal para mejorar la resistencia.

Finalmente se recomienda el uso de ambas maderas para su uso en vigas porque son catalogadas como de propiedades entre medias y altas, y de la mejor categoría (tipo A) de la norma E.010.





## **SUGERENCIA PARA FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

Se sugiere realizar experimentos para las demás propiedades físicas que no se han abordado en esta tesis, de esta manera el conocimiento de la madera comercializada en el distrito de Irazola será mejor, los civiles podrán tener mejores referencias para realizar la elección en estructuras; y los ingenieros, plantearán mejores aplicaciones de diseño; y los carpinteros sabrán cómo maquinar las piezas para distintas aplicaciones.



## **BIBLIOGRAFÍA**

Baluart V., J. R., & Arostegui Vargas, A. (1991). *"Uso probables de las maderas de 20 especies del departamento de Loreto"* (IIAP, Volumen N° 3).

Obtenido de [revistas.iiap.gob.pe](http://revistas.iiap.gob.pe):

<https://revistas.iiap.gob.pe/index.php/fofiaamazonica/article/view/202/275>

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 [repositorio.unheval.edu.pe](http://repositorio.unheval.edu.pe):

<https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/3500>

Campos Wellmann, C. A. (marzo de 2015). *"Determinación de propiedades físicas y mecánicas de la madera de Pinus maximinol H. E. Moore; Cobán, Alta Verapaz"* (Tesis para grado de ingeniero forestal). Obtenido de [recursosbiblio.url.edu.gt](http://recursosbiblio.url.edu.gt):

<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/22/Campos-Christian.pdf>

De la Mata Jiménez, J. (diciembre de 2011). *"Influencia de la humedad de la madera en la evaluación de las propiedades mecánicas del pino silvestre mediante técnicas no destructivas"* (Proyecto de fin de carrera de Universidad Politécnica de Madrid). Obtenido de [oa.upm.es](http://oa.upm.es):

[https://oa.upm.es/36492/1/PFC\\_JAIME\\_DE\\_LA\\_MATA\\_JIMENEZ.pdf](https://oa.upm.es/36492/1/PFC_JAIME_DE_LA_MATA_JIMENEZ.pdf)



López Varas, B. J. (2021). *"Propiedades físicas y mecánicas de la madera quinilla mailkara bidentata como material de construcción en estado verde, Iquitos 2019"*. Obtenido de repositorio.ucp.edu.pe:  
<http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1269/BRUCE%20JERSON%20L%C3%93PEZ%20VARAS%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mescoco Quispe, B., & Quispe Pimentel, Y. M. (20 de diciembre de 2018). *"Evaluación comparativa de la madera bálsamo (Myroxylon balsamum) frente a la madera de eucalipto glóbulus (Eucaliptus glóbulus) para su uso como elementos estructurales según la norma técnica peruana e.010 y su clasificación en función a su dureza janka"*. Obtenido de repositorio.uandina.edu.pe:  
<https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/2417>

Ministerio de Vivienda. (11 de agosto de 2021). *Norma Técnica E.010 Madera del Reglamento Nacional de Edificaciones*. Obtenido de cdn.www.gob.pe:  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2079964/NORMA%20T%C3%89CNICA%20E.010%20MADERA%20DEL%20REGLAMENTO%20NACIONAL%20DE%20EDIFICACIONES.pdf>

Pantigoso García, J. A. (3 de julio de 2009). *"Propiedades físicas y mecánicas de la capirona (calycophyllum spruceanum hook ex procedente de una plantación experimental en San Alejandro Ucayali – Perú)"* (Tesis para optar el título de ingeniero forestal Universidad Nacional Agraria La Molina). Obtenido de repositorio.lamolina.edu.pe:  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/432/K11.P1-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



Poquioma Mamani, E. A., & Quevedo Pizango, R. (2021). *"Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de la madera plástica en función a la dosificación plástico reciclado y fibra vegetal en comparación con la madera convencional en la ciudad de Pucallpa"* (Tesis de titulación en ingeniería civil). Obtenido de repositorio.unu.edu.pe:  
<http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5030>

Portillo Flores, S. P., & Arellano Sharon, J. (25 de junio de 2018). *"Análisis de la resistencia de la madera shihuahuaco, siendo sometida a cargas de flexión, compresión y tracción a diferentes contenidos de humedad en la región Cusco"* (Tesis de grado en ingeniería civil). Obtenido de Repositorio.uandina.edu.pe:  
<https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/1854/RESUMEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PROMPEX-WWF-USAID-INIA-ITTO. (2000). *"Maderas del Perú"*. Obtenido de [wwfeau.awsassets.panda.org](http://wwfeau.awsassets.panda.org):  
[https://wwfeau.awsassets.panda.org/downloads/maderas\\_del\\_peru\\_5b1\\_5d\\_1.pdf](https://wwfeau.awsassets.panda.org/downloads/maderas_del_peru_5b1_5d_1.pdf)

Saiz, I. (2019). *Criterio de Chauvenet - Criterio para el rechazo de medidas*. Obtenido de [youtube.com](https://www.youtube.com/watch?v=fnEceDspcx0):  
<https://www.youtube.com/watch?v=fnEceDspcx0>

SENCICO. (27 de junio de 2017). *"Consultoría para el análisis e interpretación de resultados de ensayos de flexión estática y compresión paralela a la fibra"* (Informe del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento). Obtenido de [cdn.www.gob.pe](http://cdn.www.gob.pe):



[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1058192/Informe.Madera.\\_P.\\_Gibu.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1058192/Informe.Madera._P._Gibu.pdf)

Suso. (19 de diciembre de 2020). *Corte y secado de la madera*. Obtenido de Paoson.com: <https://www.paoson.com/blog/es/corte-y-secado-de-la-madera/>

TecSampling. (2021). *Outliers y Datos Atípicos Método Chauvenet*. Obtenido de youtube.com: <https://www.youtube.com/watch?v=fyKJTIOUPB4>

Valdera Salazar, C. A. (2020). *“Comparación de las propiedades físico mecánicas de las maderas eucalipto, tornillo y copaiba para encofrados en obra, 2019” (Tesis para optar el título profesional de ingeniería civil)*. Obtenido de repositorio.upn.edu.pe: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26227/Valdera%20Salazar%2C%20Cesar%20Antonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vásquez Bernal, A. K. (2021). *"Evaluación del comportamiento estructural de la madera tornillo dependiendo del contenido de humedad – Chiclayo"* (tesis para optar el título profesional de ingeniero civil). Obtenido de repositorio.ucv.pe: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58276/V%C3%A1squez\\_BAK-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58276/V%C3%A1squez_BAK-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



## ANEXOS

### Anexo 1 Evidencia del trabajo realizado



- Aserradero: servicios y suministro Rímac (ruc: 10001835977) Obtenemos la muestra de la madera shihuahuaco para realizar las pruebas de flexión con la maquina universal en el laboratorio





- Aserradero: aserradero Felipe (ref. al costado del estadio) Obtenemos la muestra de la madera shihuahuaco para realizar las pruebas de flexión.





- Aserradero: aserradero colorado (pasando el estadio municipal) recojo de la muestra de la madera shihuahuaco para realizar las pruebas de flexión.







**ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL DE TESIS**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los veinticinco días del mes de noviembre de 2021, siendo las 10:00 am, se dará cumplimiento a la Resolución Virtual N°686-2021-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis), y la Resolución Virtual N°708-2021-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 06.NOV.2021 (Fijando fecha y hora de sustentación virtual de tesis), en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, para lo cual, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N° 0970-2020-UNHEVAL (Aprobando la Directiva de Asesoría y Sustentación Virtual de PPP, Trabajos de Investigación y Tesis), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación virtual de tesis titulada "ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION EN VIGA DE LA MADERA SHIHUAHUACO Y QUINILLA COMERCIALIZADA EN EL DISTRITO DE IRAZOLA – PROVINCIA DE PADRE ABAD – DEPARTAMENTO DE UCAYALI – 2021" para optar el Título de Ingeniero Civil del Bachiller **SAILOR VALENTIN QUISPE ROJAS**, de la carrera profesional de Ingeniería Civil, a través de la plataforma virtual del Cisco Meeting Webex.

Finalizado el acto de sustentación virtual de tesis, se procedió a deliberar la calificación, obteniendo luego el resultado siguiente:

APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
QUISPE ROJAS SAILOR VALENTIN	APROBADO	15	BUENO

Dándose por finalizado dicho acto a las: 11:50 am del mismo día 25/11/2021 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.

OBSERVACIONES: .....

  
**VÍCTOR MANUEL GOICOCHEA VARGAS**  
 PRESIDENTE

  
**CHARLES JIAMMY ALCEDO DIAZ**  
 SECRETARIO

  
**LUIS FERNANDO NARRO JARA**  
 VOCAL

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

**Nº 018-2022- DI/FICA**

La Directora de Investigacion de la Facultad de ingenieria Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional hermilio Valdizan de Huanuco

**HACE CONSTAR** que :

La Tesis titulada

**“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”**

Del Bachiller en Ingenieria Civil .

**Sailor Valentin, QUISPE ROJAS**

Cuenta con un índice de similitud del 32% verificable en el Reporte de Originalidad del software antiplagio Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 30% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Huánuco, 27 de junio del 2022



.....  
Dra. Ana María Matos Ramírez  
Directora de Investigacion FICA

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS - SAILOR VALENTIN QUISPE ROJA****S.pdf**

---

RECUENTO DE PALABRAS

**17747 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**100917 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**104 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.9MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jun 27, 2022 7:44 AM CDT**

FECHA DEL INFORME

**Jun 27, 2022 7:49 AM CDT**

---

**● 32% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 28% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 24% Base de datos de trabajos entregados
- 6% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN</b>		<b>REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACION PARA OPTAR GRADOS ACADEMICOS Y TITULOS PROFESIONALES</b>			
<b>VIRRECTORADO DE INVESTIGACION</b>		<b>RESPONSABLES DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL</b>	<b>VERSION</b>	<b>FECHA</b>	<b>PAGINA</b>
		<b>OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL</b>	<b>0.0</b>	<b>28/06/2022</b>	<b>1 DE 2</b>

**ANEXO 2**

**AUTORIZACION PARA PUBLICACION DE TESIS ELECTRONICAS DE PREGRADO**

1. IDENTIFICAR PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellido y nombre: **QUISPE ROJAS SAILOR VALENTIN**

DNI: **47179714** correo electrónico **sailorqr@gmail.com**

Teléfonos: casa \_\_\_\_\_ celular: **999926959** oficina: \_\_\_\_\_

2. IDENTIFICACION DE LA TESIS

Pregrado	
Facultad de :	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
E.P. :	INGENIERIA CIVIL

Título Profesional Obtenido:

INGENIERO CIVIL

---

Título De La Tesis:

**“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”**

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN</b>		<b>REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACION PARA OPTAR GRADOS ACADEMICOS Y TITULOS PROFECIONALES</b>			
<b>VIRRECTORADO DE INVESTIGACION</b>		<b>RESPONSABLES DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL</b>	<b>VERSION</b>	<b>FECHA</b>	<b>PAGINA</b>
		<b>OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL</b>	<b>0.0</b>	<b>28/06/2022</b>	<b>2 DE 2</b>

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autoridad(es):

marca "X"	categoría de acceso	descripción del acceso
X	PUBLICO	es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, mas no al texto completo.

Al elegir la opción "publico", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al repositorio institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el portal webrepositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya(n) marcado la opción "restringido" por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el periodo de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso público:

- ( ) 1 año  
 2 años  
( ) 3 años  
( ) 4 años

Luego del periodo señalado por usted(des), automáticamente la tesis pasara a ser de acceso público.

Fecha de firma:

Cayhuayna, martes 28 de junio del 2022

Firma del autor y/o autores:



=====  
**QUISPE ROJAS SAILOR VALENTIN**  
DNI: 47179714