

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA
MADERA “QUINILLA” MANILKARA BIDENTATA
COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN ESTADO
VERDE, IQUITOS 2019”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO
CIVIL**

AUTOR (es):

Bach. Ing. Civil, Bruce Jerson López Varas

ASESOR (es):

Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera

Ing. Claudia de Jesús Morales Aquituari

IQUITOS – PERÚ, 2021

DEDICATORIA

“Con amor y cariño a mis padres por su esfuerzo, apoyo y comprensión para lograr mis metas y objetivos con éxito.

Dedico este logo, al forjador de mi camino, a mi padre celestial, el que me acompaña y siempre me levanta de mi continuo tropiezo al creador, de mis padres y de las personas que más amo, con mi más sincero amor”.

Bruce J. López Varas

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad, y por iluminarnos a lo largo de nuestra formación académica.

Gracias a nuestro docentes de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica Del Perú (UCP) por haber compartido sus conocimiento con nosotros, y forjarnos a lo largo de nuestra preparación académica para ser grandes profesionales.

A mis compañeros, agradecerlos por su amistad, por su compañerismo y por el apoyo desinteresado en los momentos que compartimos aulas, y a todas las personas que nos dieron fuerza para lograr nuestras metas.

BJLV.

ACTA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

"PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA "QUINILLA" MANILKARA BIDENTATA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN ESTADO VERDE, IQUITOS 2019"

De los alumnos: **BRUCE JERSON LÓPEZ VARAS**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **13% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 18 de febrero del 2021.


Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética - UCP

CRA/ri-a
50-2021

Urkund Analysis Result

Analysed Document: UCP_Ing.Civil_2021_Tesis_Bruce Lopez_V1.pdf (D97365331)
Submitted: 3/5/2021 5:36:00 PM
Submitted By: revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Significance: 13 %

Sources included in the report:

3277-Bejarano Rivera, William Teddy.pdf (D79334646)
 Tesis Richard Luis Cajahuamàn Paucar.docx (D41139863)
 verastegui_pm.pdf (D31509603)
 18418-Huaraz Del Castillo, Eder Allen_.pdf (D61189852)
 UNU_FORESTAL_2019_T_ANGIEMENDEZ_V1.pdf (D54804040)
 19177-Cortez Villeguez, Adolfo Johan_.pdf (D70034223)
 1617.- Mera Farías, Luis Alberto.pdf (D33759335)
 2918-Hinostroza Caso Rodrigo.pdf (D33813314)
 1804-HERRERA ÑAÑEZ, GABRIEL FERNANDO.pdf (D31728953)
 3047.-García Mucha Andrés Alfredo.pdf (D33815985)
 UNU_FORESTAL_2020_T_GINA-RUIZ_V1.pdf (D63060725)
 Tesis Germán Alberto Pi Rios.pdf (D46640004)
 caad2c6e-6b2e-4d62-b8c1-85b1c062c72f
<http://revistas.liap.org.pe/index.php/fofiaamazonica/article/download/223/287/>
<https://diariolaregion.com/web/se-desarrollara-conferencia-del-reglamento-racional-de-edificaciones/>
https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/498/1/Pantigoso-propiedades_capirona.pdf
<https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/6333/Tesis%20Final%201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
<https://docplayer.es/42983280-Determinacion-de-propiedades-fisicas-y-mecanicas-de-la-madera-de-pinus-maximinoi-h-e-moore-coban-alta-verapaz-tesis-de-grado.html>
<https://docplayer.es/148901205-Escuela-de-ingenieria-forestal.html>
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2565/Aylas%20Chuquillanqui%20-%20Bendezu%20Soto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
<https://docplayer.es/83009228-Universidad-nacional-agraria-la-molina.html>
<https://docplayer.es/45008689-Ra-ximhai-universidad-autonoma-indigena-de-mexico-issn-version-impresa-mexico.html>
<https://core.ac.uk/download/pdf/11055956.pdf>
http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/2501/3/Luis_Ricardo_Tesis_bachiller_2018_Part.1.pdf

ACTA DE SUSTENTACIÓN



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N°702-2018-UCP-FCEI de fecha 19 de noviembre de 2018 y modificada con Resolución Decanal N°068-2021-UCP-FCEI de fecha 17 de febrero de 2021, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|--|------------|
| • Ing. Carol Begoña García Langer, Mg. | Presidente |
| • Ing. Félix Wong Ramírez, M. Sc. | Miembro |
| • Lic. Nerea Gallardo Sánchez, Mg. | Miembro |

Como Asesor: Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera M.Sc. y Coasesora: In. Claudia de Jesús Morales Aquituari

En la ciudad de Iquitos, siendo las 09.30 horas del día 22 de marzo del 2021, a través de la plataforma ZOOM supervisado en línea por la Secretaria Académica del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA "QUINILLA" MANILKARA BIDENTATA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN ESTADO VERDE, IQUITOS 2019".

Presentado por el sustentante:

BRUCE JERSON LÓPEZ VARAS

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**
El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR UNANIMIDAD**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.

Presidente

Miembro

Miembro

Contáctanos:

Iquitos - Perú
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto - Perú
42 - 58 5638 / 42 - 58 5640
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compagnon 933

Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

HOJA DE APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 22 de marzo a las 09: 30 horas de 2021.



Ing. Carol Begoña García Langer. Mg
PRESIDENTE DEL JURADO

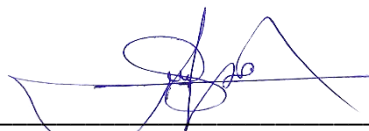


Ing. Félix Wong Ramírez. Mg.
MIEMBRO DEL JURADO



Lic. Nerea Gallardo Sánchez
MIEMBRO DEL JURADO

ASESOR (es)



Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera

CO ASESOR (es)



Ing. Claudia de Jesús Morales Aquituari

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ACTA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ	IV
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	VI
HOJA DE APROBACIÓN	VII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE CUADROS	X
ÍNDICE DE FOTOS	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRAC.....	XIII
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	15
1.1. Antecedentes de estudio	15
1.2. Bases Teóricas.....	32
1.2.1. La Quinilla " <i>Manilkara bidentata</i> "	32
1.2.1.1. Polinización y dispersión	33
1.2.1.2. Distribución	33
1.2.2. Generalidades de la Madera:.....	34
1.2.3. Propiedades Físicas de la Madera:.....	34
CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	44
2.1. Título:	44
2.2. Descripción del problema	44
2.2.1. Problema General	45
2.2.2. Problemas específicos.....	45
2.3. Objetivos.	45
3.1. Objetivo General	45
3.2. Objetivos Específicos.....	45
2.4. Justificación de la Investigación.....	46
2.5. Alcances y Limitaciones:	46
2.6. Hipótesis.....	47

2.6.1.	Hipótesis General: (H_0).....	47
2.7.	Variables, Indicadores e Índices.....	47
2.7.1.	Variable Independiente: (X_1).....	47
2.7.2.	Variable dependiente: (X_2).....	47
2.7.3.	Operacionalización de variables	48
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		49
3.1.	Tipo y Diseño de Investigación.....	49
3.1.1	Tipo de Investigación	49
3.1.2	Diseño de Investigación	49
3.2.	Población y Muestra	49
3.3.	Técnicas, Instrumentos y Procedimiento de Recolección de Datos	50
3.3.1.	Técnicas de Recolección de Datos	50
3.3.2.	Instrumentos de Recolección de datos.....	51
3.3.3.	Procedimientos de Recolección de Datos.....	51
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		55
4.1.	DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA “QUINILLA”.....	55
4.1.1.	Densidad.....	57
4.1.2.	Contracción	58
4.2.	DETERMINACIÓN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA “QUINILLA” MANILKARA BIDENTATA.....	60
4.2.1.	Flexión estática.....	60
4.2.2.	Compresión Paralela	61
4.2.3.	Compresión Perpendicular	62
4.2.4.	Cizallamiento.....	63
4.3.	Datos adicionales	64
CAPÍTULO V: DISCUSION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		68
DISCUSIONES		68
CONCLUSIONES.....		70
RECOMENDACIONES		72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		73
4.	ANEXOS	79
	ANEXO N° 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL PROYECTO	80
	ANEXO N° 2. RESULTADOS DE LABORATORIO.....	83
	ANEXO N° 3. FOTOS DE ENSAYOS.....	99

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1. Muestras para cada ensayo.....	52
CUADRO N° 2. Número de muestras para cada tipo de ensayos- recomendadas por JUNAC 1984.	52
CUADRO N° 3. Ensayos para determinación de las Propiedades Físicas.	52
CUADRO N° 4. Ensayos para las Propiedades Mecánicas.....	53
CUADRO N° 5. Descripción de los ensayos realizados.	56
CUADRO N° 6. Valores de densidad obtenidos, para los valores ensayados ...	57
CUADRO N° 7. Valores de contracción total obtenidos para las probetas ensayadas.	59
CUADRO N° 8. Resultados del ensayo de flexión estática.....	60
CUADRO N° 9. Resultados del ensayo de compresión paralela a las fibras.....	61
CUADRO N° 10. Resultados del ensayo de compresión perpendicular a las fibras	62
CUADRO N° 11. Resultados del ensayo de cizallamiento.....	63
CUADRO N° 12. Datos de ensayo de resistencia a la flexión estática	64
CUADRO N° 13. Datos de ensayos de resistencia a la compresión paralela.....	65
CUADRO N° 14. Datos de ensayo de resistencia a la compresión perpendicular	66
CUADRO N° 15. Datos de ensayo de resistencia al cizallamiento.....	67

ÍNDICE DE FOTOS

FOTO N° 1. Muestras de para ensayo de Propiedades Físicas, (Humedad, Densidad Básica y Contracción) de medidas de 3cm x 3cm x 10 cm.....	99
FOTO N° 2. Muestras de para ensayo de Flexión Estática, medidas de 5cm x 5cm x 76 cm.....	99
FOTO N° 3. Muestras de para ensayo de Compresión Paralela a la fibra, medidas de 5cm x 5cm x 20 cm.	100
FOTO N° 4. Muestras de para ensayo de Compresión Perpendicular, medidas de 5cm x 5cm x 15 cm.	100
FOTO N° 5. Muestras de para ensayo de Compresión Perpendicular, medidas de 5cm x 5cm x 6.5 cm.	101

RESUMEN

Este proyecto de investigación, determinó las propiedades físicas y mecánicas de la madera “Quinilla” *Manilkara Bidentata*, en estado verde, para su uso en construcción, Iquitos 2019”.

Para el desarrollo de esta actividad se acondicionó las muestras destinadas a los ensayos físicos y mecánicos en probetas, teniendo en cuenta las normas Técnicas peruanas. (Ver **CUADRO N° 1**, **CUADRO N° 2**, **CUADRO N° 3**, **CUADRO N° 4**). El proyecto de investigación es de tipo descriptivo, con diseño de investigación No experimental – Transeccional descriptivo, porque no se manipularon variables, estudiándolos tal cual.

De acuerdo a los resultados de las propiedades físicas, la Quinilla Colorada “*Manilkara Bidentata*”, tiene un valor medio de densidad básica de 0.68 gr/cm³ y un CH seco al aire de 13.79% (Ver **CUADRO N° 6**), Por lo que se concluye (según la Norma E.010. Madera, Cap.1: Agrupamiento de maderas para uso estructural, Art.5: Agrupamiento, 2018), que pertenece al Grupo B, con Densidad Básica que oscila entre 0,56 a 0,70 g/cm³, lo que la hace una madera de densidad Muy Alta, que debe ser trabajada en estado verde para facilitar su clavado y labrado. Así mismo, el ensayo de contracción, Contracción de tangencial es de 5.55%, Contracción radial 5.00% y finalmente la Contracción volumétrica es de 10.85 % demuestran ser proporcionales al descenso de su contenido de humedad, (cuadro N°5 del Rango de clasificación de las maderas según sus propiedades físicas (Aróstegui Vargas & Baluarte V. (1991). Del análisis de los valores promedios de las propiedades mecánicas, todos los ensayos mecánicos, clasificaron como Muy Alto.

Palabras clave: *Propiedades físicas, propiedades mecánicas, contracción, resistencia.*

ABSTRAC

This research project determined the physical and mechanical properties of “Quinilla” *Manilkara Bidentata* wood, in green state, for its use in construction, Iquitos 2019 ”.

For the development of this activity, the samples destined for physical and mechanical tests in test tubes were conditioned, taking into account the Peruvian Technical standards. (See TABLE N ° 1, TABLE N ° 2, TABLE N ° 3, TABLE N ° 4). The research project is descriptive, with a descriptive Non-experimental - Transectional research design, because variables were not used before, studying them as is.

According to the results of the physical properties, the Quinilla Colorada "*Manilkara Bidentata*", has an average value of basic density of 0.68 gr / cm³ and an air dry CH of 13.79% (See TABLE N ° 6), therefore It is concluded (according to Standard E.010. Wood, Chapter 1: Grouping of woods for structural use, Art.5: Grouping, 2018), that it belongs to Group B, with Basic Density ranging from 0.56 to 0, 70 g / cm³, which makes it a very high density wood, which must be worked in a green state to facilitate nailing and carving. Likewise, the contraction test, tangential contraction is 5.55%, radial contraction 5.00% and finally the volumetric contraction is 10.85% prove to be proportional to the decrease in its moisture content, (table No. 5 of the classification range of the woods according to their physical properties (Aróstegui Vargas & Baluarte V. (1991). From the analysis of the average values of the mechanical properties, all the mechanical tests were classified as Very High.

Keywords: Physical properties, mechanical properties, shrinkage, resistance.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la tendencia en la construcción apunta al incremento de la utilización de la madera como material de construcción, sin embargo, se está dejando de lado como consecuencia de la escasez de especies comerciales de grandes diámetros procedentes de los bosques naturales, y por las restricciones que reducen el aprovechamiento de estas especies, y los pocos conocimientos tecnológicos sobre las mismas.

En 2008 se realizó el estudio de 32 especies forestales que se publicó en un Compendio de Información Técnica, Como parte de esta estrategia, el CITEmadera y la Confederación Peruana de la Madera – CPM buscaron fomentar el buen uso de nuestras maderas tropicales y diversificar la oferta de materia prima en el mercado como primer paso para la mejora de la competitividad del sector, al mismo tiempo que se revaloriza el bosque y se disminuye la presión sobre maderas valiosas. (1).

En este sentido, y con la finalidad de hacer los usos más convenientes de una madera, para mejorar su utilización, como primer paso, en este proyecto se determinan los valores y propiedades físicas y mecánicas del proyecto, de acuerdo a las Normas de la Sociedad Americana de Ensayos de Materiales (ASTM), Las muestras de las maderas, fueron colectadas de la selva natural, correspondiente al área de estudio, para ser ensayadas en los laboratorios de CITE madera.

Los resultados de laboratorio arrojaron los valores promedios de las propiedades mecánicas, la resistencia a la flexión estática es de 1,006.64 kg/cm², la compresión paralela, la resistencia máxima promedio es de 574.35 kg/cm², la compresión perpendicular promedio de las 20 probetas ensayadas, es de 192.70 (kg/cm²), de acuerdo a los ensayos de cizallamiento realizados, se obtuvo resultado promedio de 123.43 kg/cm², por lo que en todos los ensayos mecánicos, clasificaron como Muy Alto.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de estudio

Campos Wellmann,2015 (1), realizó un estudio denominado “**Determinación De Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera de Pinus Maximinoi H. E. Moore; Cobán, Alta Verapaz**”, el objetivo de la investigación fue determinar las propiedades físicas y mecánicas de la madera de Pinus maximinoi H. E. Moore, -conocido también como pino candelillo, es una de las especies de coníferas prioritarias para el Instituto Nacional de Bosques (INAB) y desde que se lanzó el Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) en 1997- empleando la norma ASTM D-143-94. La madera utilizada provino de la Finca Choval, municipio de Cobán, Alta Verapaz, de dos tratamientos silviculturales: segundo raleo y corta final, de 11y 30 años respectivamente.

Las pruebas físicas se realizaron en el laboratorio del Campus “San Pedro Claver S. J.” y las pruebas mecánicas en el Laboratorio de Resistencia de Materiales del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad del Valle de Guatemala. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con parcelas divididas, con dos factores y cinco repeticiones. Las variables de respuesta fueron: proporción albura – duramen, porcentaje de inclinación de la fibra, densidad, contracción dimensional y volumétrica, esfuerzo de compresión paralela y perpendicular a la fibra, flexión estática, dureza, esfuerzo de corte y resistencia a la extracción de clavos. Según los resultados obtenidos en este estudio, se clasificó la madera de raleo y de corta final por sus propiedades físicas y mecánicas, proponiendo posibles usos para la madera de Pinus maximinoi H. E. Moore.

El análisis de los resultados obtenidos se realizó a través de un análisis de varianza (Montgomery, D., 2004), empleando el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, González, Tablada & Robledo, 2010), demostrando diferencias significativas para la madera de raleo y de corta final

entre los estados verde y seco y para la parte o sección del fuste (zona central y zona de la periferia).

El investigador concluyó que la madera proveniente del duramen y la albura, no presentan el mismo comportamiento en sus propiedades en estado verde y en estado seco. Para obtener madera estructural se recomienda el desrame de los árboles, ya que de esta forma, se garantiza la ausencia de nudos en la madera aserrada, pues éstos disminuyen la resistencia de la madera a los esfuerzos aplicados.

Pérez Ortega, 2014 (2), menciona que dentro de las numerosas propiedades físico-mecánicas que presenta la madera, la resistencia a la compresión ha sido una de las que menor número de estudios se han llevado a cabo. Dada la heterogeneidad que caracteriza a la madera en su composición hace que este material se convierta en uno de los más difíciles de estudiar, existiendo diversos métodos de ensayo para su determinación con valores muy diferentes entre ellos.

En este estudio, el objetivo principal fue analizar los valores de resistencia máxima a compresión y módulo de elasticidad de cada especie estudiada obtenidos de los diferentes ensayos realizados, por lo que (2), trató de reunir datos para ampliar los conocimientos sobre el comportamiento de diferentes especies de madera ante el esfuerzo de compresión. Este análisis lo desarrolló mediante dos tipos de ensayos, uno a través de la norma UNE y el otro atendiendo a las características de la norma ASTM.

Se centró en los resultados obtenidos de la resistencia máxima a la compresión para posteriormente proceder al cálculo del módulo de elasticidad.

Un total de 378 mediciones fueron realizadas para el desarrollo de esta investigación, sobre 378 probetas de 4 especies, tres coníferas y una frondosa, representativas de las masas forestales presentes en nuestro país.

Una vez obtenidos los valores de los dos ensayos prácticos, se llevó a cabo un análisis estadístico con objeto de establecer las posibles diferencias entre ambos ensayos y entre las especies utilizadas.

Los resultados revelan una gran heterogeneidad entre normas y entre especies para los dos parámetros estudiados. Asimismo, en algunos casos, no existe ni siquiera relación en el comportamiento de la misma especie para la norma UNE y la norma ASTM.

Concluyendo que:

Analizando los valores de resistencia máxima y módulo de elasticidad se obtiene que *Pinus radiata* es la especie que presenta los valores más elevados para ambos parámetros y *Populus sp* los más bajos.

En los ensayos llevados a cabo mediante la norma UNE, la resistencia a la compresión es superior en comparación a la norma ASTM.

En la norma ASTM, la resistencia a la compresión de *Pinus radiata* y *Pinus sylvestris* es similar diferenciándose de las otras dos especies.

En la norma ASTM, el módulo de elasticidad de *Pinus pinaster* y *Populus sp* es muy similar.

Existe una relación estadísticamente significativa entre las variables resistencia máxima y módulo de elasticidad tanto en las probetas grandes como en las pequeñas aunque con un coeficiente de correlación de 0,79 lo que denota una similitud no muy elevada entre ambos ensayos.

Cabanillas Lomas, 2014 (3), en su trabajo de tesis denominado: **“Comportamiento Tecnológico de la Madera del Fuste de *Eschweilera Grandiflora* (Aubl) Sandwith. “Machimango Negro”**, Basado en el Conocimiento de la Estructura Anatómica del Xilema de la Rama. Iquitos”, que para las investigaciones tecnológicas de la maderas que se realizan con especies forestales existentes en nuestra amazonia peruana, para determinar sus usos e incrementar de materia prima a la industria forestal, se utiliza procedimientos destructivos del bosque, toda vez que se tiene que derribar árboles para la fabricación de muestras y probetas de madera, este procedimiento se complica por los altos costos y mucho tiempo que demandan obtener resultados de los estudios.

El objetivo principal de su investigación, fue determinar el comportamiento tecnológico de la madera del fuste de *Eschweilera grandiflora* (Aubl) Sandwith, basado en el conocimiento de la estructura anatómica del xilema de la rama, con la finalidad de impulsar los estudios no destructivos, y cita a **Valderrama (2008)**, quien desarrolló la metodología que permite obtener información sobre el comportamiento tecnológico de la madera durante el secado, preservado, resistencia mecánica, durabilidad natural, trabajabilidad y fabricación de pulpa para papel, de especies forestales, a partir del conocimiento de las características anatómicas del tejido secundario de la rama de 10 cm de diámetro; colectado del mismo árbol, sin necesidad de derribarlos, y que se relacionan con dichos comportamientos.

Por los motivos expuestos líneas arriba, para la realización de su estudio, (3), empleó esta metodología, la cual se sustentó en la existencia de características anatómicas comunes en las diez especies estudiadas y que constituían parámetros aceptables, obteniendo los siguientes resultados:

Características Generales:				
Densidad	Albura y duramen	Xilema	Anillos de crecimiento	Brillo
0.75gr	No diferenciado	-Húmedo: amarillo cremoso. -Seco: Amarillo pardo	Diferenciado en bandas irregulares	Medio
Textura	Grano	Veteado	Olor	sabor
Fina	Levemente recto a entrecruzado.	Levemente diferenciado, en arcos superpuestos	No definido	No definido

Características Macroscópicas			
Radios		Poros	Líneas vasculares
En la sección tangencial no estratificado, levemente contrastado en la sección radial	En la sección transversal, visible con lupa, regular en espaciamiento y longitud	Levemente visibles a simple vista detalle con lupa, difusos, solitarios y múltiples	Visibles a simple vista, largos y cortos.

(3), concluyó:

- Macroscópicamente la diferenciación entre albura y duramen se observa en la sección transversal del fuste pero no en la rama de 10 cm de

diámetro, por lo que independiente a ambas partes del tronco, los resultados encontrados se relacionan de manera general al xilema en su conjunto.

- Microscópicamente en la rama de 10 cm de diámetro son: Poros de diámetro mediano, poco numerosos, en su mayoría solitarios, de longitud mediana, presencia de sustancias orgánicas, abundante tálides obstruyendo la mayoría de los vasos. Presencia de radios en agregado, finos. Parénquima apotraqueal en bandas, algunas del tipo paratraqueal vasicéntrico con células cuadradas. Fibras de longitud mediana, angostas, de pared celular gruesa.

Del Águila, 2011 (4), desarrollo su trabajo de investigación titulado: **"Crecimiento inicial de "quinilla" Manilkara Bidentata en plantaciones con diferentes distanciamientos de siembra. Puerto Almendras, Loreto, Perú"**, con el objetivo de proporcionar información del crecimiento inicial en diámetro y altura de las plántulas de "quinilla" Manilkara Bidentata en plantaciones, con diferentes distanciamientos de siembra.

El trabajo de investigación lo ejecutó en una superficie de 0,8 ha el cual se dividió en 20 sub parcelas de 20m x 20m c/u (0,04 ha); los distanciamientos de siembra fueron 2m x 1m, 2m x 2m, 2m x 3m, 2m x 4m y 2m x 5m; el número total de plántulas utilizadas en cada distanciamiento fueron 800, 400, 240, 200 y 160 unidades, respectivamente.

Los resultados indicaron que el tratamiento que presentó el mayor incremento en altura fue t1 (plantas sembradas con distanciamiento de 2m x 1m) con 3,8 metros y para la altura fue t5 (plantas sembradas con distanciamiento de 2m x 5m) con 3,6 milímetros.

Tabla N° 1. Crecimiento en diámetro: Resultado de Crecimiento en diámetro de las plántulas de Manilkara Bidentata, por tratamientos.

Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedio (mm)
	I	II	III	IV		
t ₁	2,4	2,3	2,5	2,1	9,3	2,3
t ₂	3,3	2,1	2,9	3,2	12,5	3,1
t ₃	2,8	2,7	2,5	2,9	10,9	2,7
t ₄	2,8	2,6	2,4	2,7	10,5	2,6
t ₅	3,3	3,6	3,9	3,7	14,5	3,6
TOTAL					57,7	

Fuente: (4).

En el cuadro 1 se observa que el mejor promedio de incremento en diámetro de la madera "Quinilla" Manilkara Bidentata en el periodo de estudio se registra en el tratamiento t5.

Tabla N° 2. Resultados del análisis de variancia del incremento en diámetro de las plántulas de Manilkara Bidentata, en el periodo de evaluación.

Fuente de variación	G.L	S.C	C.M	F _c *	F _{∞=0.005}
Tratamiento	4	4,0	1,0	10,0	3,1
Error	15	1,2	0,1		
Total	19	5,2			

Fuente: (4).

Para verificar los resultados del análisis de variancia se efectuó la prueba de hipótesis "Tukey" (T).

La prueba de "Tukey", con nivel de significación de 0,05, indica que no existe diferencia significativa entre los promedios de los tratamientos t5 con el tratamientos t2, así mismo, no existe diferencia significativa entre el tratamiento t2 y los tratamientos t3 y el tratamiento t4, también no existe diferencia significativa entre el tratamiento t3 y los tratamientos t4 y el tratamiento t1.

Crecimiento en altura: Incremento en altura de las plántulas de Manilkara Bidentata en el ensayo.

Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedio (mm)
	I	II	III	IV		
t₁	3,9	3,6	3,8	4,0	15,3	3,8
t₂	3,7	3,4	3,6	3,8	14,5	3,6
t₃	3,4	3,1	3,3	3,5	13,3	3,3
t₄	3,0	2,7	2,8	2,9	11,4	2,8
t₅	3,1	3,5	3,2	2,9	12,7	3,2

Fuente: (4).

Resultados del análisis de variancia del incremento en altura de las plántulas de Manilkara Bidentata del experimento.

Fuente de variación	G.L	S.C	C.M	F _c *	F _{∞=0.005}
Tratamiento	4	2,33	0,58	19,33	3,06
Error	15	0,50	0,03		
Total	19	2,83			

Fuente: (4).

La prueba de "Tukey", con 95% de probabilidad de confianza, indica que no existe diferencia significativa entre los promedios de los tratamientos t₁, con el tratamientos t₂, no existe diferencia significativa entre el tratamiento t₂ con el tratamientos t₃ y el tratamientos t₃ con el tratamiento t₅, pero, el tratamiento 4 es el único que presenta diferencia significativa con los demás tratamientos.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Guevara Aguilar, 2011 (5), estudió las “**Propiedades físico - mecánicas de Heteropsis flexuosa "alambre tamshi", Thoracocarpus bissectus "cesto tamshi" y Desmoncus polyacanthos "cashavara"**, Loreto-Perú”, con el objetivo de determinar las propiedades físicas y mecánicas de las especies productoras de fibras de especies vegetales, extraídas de los bosques del distrito de Jenaro Herrera.

Los ensayos de las propiedades físicas se realizaron en el laboratorio de Anatomía de la madera de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

El autor presentó los resultados que se mencionan a continuación:

Propiedades físicas de *H. flexuosa* *Th. bissectus* y *D. polyacanthos*

Se observó el contenido de humedad, de raíces de *H. flexuosa*, *Th. bissectus* y estípites de *D. polyacanthos*, con y sin corteza, en el cual se aprecia que los mayores contenidos de humedad se presentan en las raíces de *Th. bissectus* en plantas con y sin cortezas 244% y 116% respectivamente, las raíces de *H. flexuosa* son las que presentan menor porcentaje en contenido de humedad con corteza 129% y sin corteza 80%.

La densidad básica de raíces de *H. flexuosa*, *Th. bissectus* y estípites de *D. polyacanthos*, con y sin corteza, en donde se aprecia que las raíces de *H. flexuosa* presenta mayor densidad con y sin corteza 486 kg/m³ y 635 kg/m³ respectivamente.

Y finalmente la contracción volumétrica de raíces de *H. flexuosa*, *Th. bissectus* y estípites de *D. polyacanthos*, en el cual se aprecia que la especie *flexuosa* presenta mayor contracción volumétrica con corteza 12,70% y sin corteza 5,36% en comparación con *Th. bissectus*. La especie con menor contracción con corteza son los estípites de *D. polyacanthos*.

Propiedades mecánicas:

Se observó que, en el esfuerzo al límite proporcional la influencia de la corteza es mayor en *H. flexuosa*, mientras que en *Th. Bissectus* aparentemente no lo es comparativamente, los resultados muestran que mayores valores de esfuerzo al límite proporcional en material sin corteza se presenta en *H. flexuosa*, mientras que en material con corteza en *Th. bissectus*.

Los resultados en tensión para muestras deshebrados con anchos de 2, 3 y 4mm, muestran resultados opuestos en *D. polyacanthos* y *Th. bissectus*, mientras que en el primero a medida que se incrementa el espesor disminuye la

resistencia a la tensión paralela, en *Th. bissectus* se incrementa. Este comportamiento se explica por la porosidad del material que se evidencia por los valores de densidad. Nótese que en *D. polyacanthos* a medida que se incrementa el espesor disminuye la tensión paralela.

En material entero, es evidente la influencia de la corteza tanto en *H. flexuosa* como en *Th. bissectus*. El espesor de corteza de este último es mayor y en consecuencia menor será el área efectiva del material fibroso. Aparentemente aumenta la resistencia a la tensión, pero no es así, pues debe tenerse en cuenta el contenido de humedad. En el material sin corteza la humedad es menor.

Loja Yhuaraqui, 2011 (6), realizó su tesis "**Potencial maderable de un bosque de colina baja mediante el censo forestal de la comunidad nativa San Antonio, Río Pintuyacu - Alto Nanay, Loreto, Perú**", en la Comunidad nativa San Antonio, río Pintuyacu - Alto Nanay, Loreto, Perú, con el objetivos de determinar la composición florística, el volumen maderable, la abundancia por especie por clase diamétrica y el índice de valor de importancia de un bosque; el tema se denominó: "Potencial maderable de un bosque de colina baja mediante el censo forestal de la comunidad nativa San Antonio, Río Pintuyacu - Alto Nanay, Loreto, Perú".

El área de evaluación tuvo una extensión de 252 ha, ubicado en la comunidad nativa San Antonio, en la margen derecha del río Pintuyacu afluente del río Nanay (ver figura 5 del anexo). Políticamente, se enmarca en el Distrito del Alto Nanay, Provincia de Maynas, Región Loreto. Geográficamente se encuentra ubicado entre las siguientes coordenadas UTM (PROCREL, 2008).

La evaluación contemplo el registro de 20 especies forestales maderables, agrupados en 13 familias botánicas, siendo las más importantes por su abundancia Fabaceae (7), Mirysticaceae (2), Vochysiaceae (1), y Sapotaceae (1). Las especies que presentan mayor volumen de madera comercial, son "quillosa" *Vochysia* sp. (2,28 m³/ha), "cumala" *Virola* sp. (1 ,43 m³/ha), "**quinilla**" ***Manilkara Bidentata* (0,97 m³/ha)**, "palisangre" *Brosimum rubescens* (0,80 m³/ha), "rifari" *Miconia* sp. (0,61 m³/ha), "chontaquiroy" *Diplotropis* sp. (0,57 m³/ha) y "shihuahuaco" *Dipterix odorata* (0,52 m³/ha).

El número de individuos está representado por 3,36 árboles/ha, las 10 especies más importantes reportan un IVI de 248,68% (82,89% del total). Así mismo las especies de mayor peso ecológico que superan el 150% del total son "quillosa" *Vochysia* sp. (50, 18%), "cumala" *Virola* sp. (44,38%), "quinilla" *Manilkara Bidentata* (26,79%), "palisangre" *Brosimum rubescens* (23,30%), y "chontaquiro" *Diploptropis* sp. (21,08%). El potencial maderable de valor comercial es de 9,54 m³/ha.

Los resultados en Composición florística arrojaron la importancia de 13 familias botánicas, por su abundancia y número de especies, Fabaceae (07), seguidas de Myristicaceae (2), Vochysiaceae (1), y Sapotaceae (1). Así mismo, las familias con mayor número de individuos son: Myristicaceae (193); Fabaceae (184), Vochysiaceae (162), Sapotaceae (81) y Moraceae (66).

El Volumen de madera por clase diamétrica y especie, de las cuales las siete (07) especies con mayor volumen son: "quillosa" *Vochysia* sp (2,28 m³/ha), "cumala" *Virola* sp. (1,43 m³/ha), "quinilla" *Manilkara Bidentata* (0,97 m³/ha), "palisangre" *Brosimum rubescens* (0,80 m³/ha), "rifari" *Miconia* sp. (0,61 m³/ha), "chontaquiro" *Diploptropis* sp. (0,57 m³/ha) y "shihuahuaco" *Dypterix odorata* (0,52 m³/ha). Vidurizaga (2003), reporta para un inventario realizado en el bosque Otorongo diferentes resultados al ser comparados con el presente estudio siendo las especies con mayor volumen "**machimango**" *Eschweilera grandiflora* (24,68 m³/ha), "shiringa" *Hevea brasiliensis* (13,03 m³/ha), "tanganara" *Triplaris peruviana* (10,82 m³/ha), "cumala" *Virola elongata* (9,12 m³/ha), "pashaco" *Parkia* sp (8,48 m³/ha) y "**quinilla**" *Pouteria guianensis* (6,96 m³/ha).

El estudio fue de tipo cualitativo, cuantitativo e inferencial, mediante el diseño por conveniencia de todos los árboles a partir de 40cm de DAP, para la evaluación del potencial maderable se utilizó el censo forestal al 100%, se elaboraron fajas longitudinales de 100m x 1400m (140 000 m²); quedando establecidas 18 unidades de evaluación haciendo un total de 252 ha.

Torres Medina, 2009 (7), realizó una investigación de “**Evaluación de las propiedades físico mecánicas de la especie Pino chuncho (Schizolobium amazonicum Huber ex Ducke) proveniente de plantaciones del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt-Ucayali**”, en la cual se determinaron las propiedades físico-mecánicas del Pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke), proveniente de plantaciones a campo abierto de 23 años de edad del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt en el departamento de Ucayali, y se propone sus aptitudes de uso.

Los resultados demuestran para la madera de esta plantación, que presenta similar comportamiento en las propiedades físicas, tanto en nivel longitudinal como en radial. Mientras que en las propiedades mecánicas las diferencias a nivel longitudinal se presentan para dureza y tenacidad; y en sentido radial para el esfuerzo al límite proporcional y módulo de ruptura, en flexión estática. Clasificándola como de densidad y resistencia mecánica muy baja, recomendándose su uso en carpintería no estructural, cajonería liviana, encofrado, tablero de partículas y contrachapado, debiendo complementarse los dos últimos usos con estudios relacionados con adhesivos.

Pantigoso García, 2009 (8), el estudio denominado “**Propiedades físicas y mecánicas de la Capirona (calycophyllum Spruceanum (benth) hook ex schumann) procedente de una plantación experimental en San Alejandro Ucayali - Perú**”, tuvo por objetivo, evaluar las propiedades físicas y mecánicas de *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) a la edad de 9 años para proponer los posibles usos a esta edad, para lo que fue necesario el conocimiento de la especie plantada para que tenga buen desarrollo como son la calidad de sitio, material genético, prácticas silviculturales y, además; fue necesario conocer las características de la madera que se encontraba en aquellos árboles plantados con evaluaciones a diferentes edades para determinar la edad de madurez tecnológica o ir determinando la utilidad de la madera antes que se llegue a la madurez considerada.

Para esto fue necesario realizar estudios de propiedades físico- mecánicas, comportamiento en el aserrío, trabajabilidad, secado para que a través de esta

información poder estar incorporando las maderas procedentes de plantación a las necesidades del mercado nacional e internacional.

Por lo estudiado y de acuerdo a los resultados obtenidos, (8), concluyó:

- La madera de Capirona procedente de una plantación de 9 años de edad presenta alta variabilidad en contracción longitudinal, tenacidad, tensión perpendicular (radial) y clivaje (radial).
- La madera estudiada sólo muestra diferencias entre niveles de corte para la contracción longitudinal y flexión estática.
- La plantación de capirona de 9 años produce madera con valores promedios menores a los reportados para bosque natural, diferencias que se acentúan en densidad básica, dureza y compresión paralela.
- La densidad básica es un buen estimador para predecir la dureza y el esfuerzo en compresión perpendicular de la madera de Capirona cosechada a los 9 años.
- La madera de capirona de 9 años se clasifica como de alta densidad básica, mediana contracción volumétrica y resistencia mecánica media.
- Las propiedades físicas y mecánicas de la madera evaluada permiten asignarle los siguientes usos: estructuras ligeras, carpintería de obra, molduras, revestimiento, ebanistería, artesanía.

El autor decidió recomendar:

- Realizar estudios anatómicos para observar la influencia de la madera juvenil en la estructura de la madera y determinar su influencia en las propiedades físicas y mecánicas.
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas a la de 15 y 20 años para observar la variabilidad de los resultados y analizar la evolución de los valores promedios de la resistencia mecánicas con la finalidad de obtener su edad de madurez.

Estas investigaciones están siendo priorizadas para la especie *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) en diversos programas como el de domesticación e incorporación en sistemas agroforestales estudiado por el Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería (ICRAF).

Nájera Luna y Otros , 2005 (9), En este trabajo de investigación "**Propiedades físicas y mecánicas de la madera en Quercus Laeta Liemb de El Salto, Durango**", se dan a conocer resultados obtenidos en los ensayos físicos y mecánicos en la madera de *Quercus laeta* Liemb de la región de El Salto, Durango. Los ensayos físicos y mecánicos se realizaron conforme a las normas COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas) siendo estos: densidad, contracción, punto de saturación de la fibra (PSF) y relación de anisotropía (RAN). Los ensayos mecánicos evaluados fueron: compresión perpendicular y paralela a la fibra, flexión estática, tensión perpendicular y paralela a la fibra, dureza, desgarre y cizalla. Los resultados mostraron que la densidad de la madera es de 0.68 gr/cm³, la contracción volumétrica de 18.1%. El PSF se estableció en 30.1% de contenido de humedad y la RAN fue de 1.74 indicando poca estabilidad dimensional de la madera. La máxima resistencia de la madera fue en el esfuerzo de tensión paralela a la fibra con 1214.04 kgf/cm² mientras que la menor resistencia la mostró la prueba de tensión perpendicular a la fibra con 65.55 kgf/cm². En cuatro de los ocho ensayos mecánicos evaluados, la mayor resistencia fue observada en el plano tangencial de la madera, en tres, la mayor resistencia la presentó el plano radial y en uno la mayor resistencia se observó en el plano transversal.

Veintemilla, 2004 (10), en este estudio denominado "**Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera Capirona**", a partir de los ensayos efectuados en la Universidad Nacional de Ingeniería, se concluye que la especie Capirona presenta una clasificación alta para los diferentes valores de las propiedades físicas y mecánicas, y una calificación buena para los diferentes valores de flexión estática, corte paralelo a la fibra, tracción paralela a la fibra. Concluyendo que la madera Capirona puede ser utilizada estructuralmente.

Los valores de las propiedades físicas y mecánicas obtenidas en este estudio garantizan que la madera "Capirona" puede ser utilizada para diseñar elementos

estructurales, pues la madera "Capirona" es también resistente al clivaje por tener 68 kg/cm^2 (datos obtenidos de Aróstegui 1982).

Dicha tesis propone que la madera Capirona debe ser incluida al grupo estructural "B" de madera intermedia (densidad básica 0.56 – 0.70) del PADT-REFORT (3-26).

Mera Farias, 2002 (11), realizó una investigación de "**Clasificación Estructural de la Madera "Capirona" Calycophyllum Spruceanum**", como parte de su trabajo de tesis, para optar su título de ingeniero civil, el cual tuvo como objetivo, el estudio de la especie maderable Capirona (*calycophyllum spruceanum*) para complementar y profundizar el conocimiento de sus características y propiedades a fin de clasificarlas de acuerdo a las normas nacionales vigentes, ver su conveniencia en su uso como material estructural y clasificarla estructuralmente; esta investigación llevo el nombre de: "Clasificación Estructural de la Madera "Capirona" Calycophyllum Spruceanum". Así mismo el investigador dio a conocer sus potencialidades tecnológicas, comerciales y ecológicas.

Desarrollo siete objetivos:

1. Análisis de los principales indicadores macroeconómicos, situación forestal en el Perú.
2. Descripción botánica y variedades.
3. Descripción de los aspectos generales de esta especie maderable.
4. Determinar las propiedades físicas y mecánicas en probetas libres.
5. Realizar ensayos en flexión en vigas a escala natural (R.N.E., NTE 0.10 MADERA, Cap.1, art.6.2.4).
6. Analizar las propiedades físicas y mecánicas de la madera Capirona en probetas pequeñas libres de defecto.
7. Estudio del costo en la madera, el costo unitario y relación del costo/beneficio.

Aróstegui & Sato, 1970 (12), Según lo referido por los propios autores, el **“Estudio de las Propiedades Físico-Mecánicas de la Madera de 16 Especies Forestales del Perú”**, describe las características generales y macroscópicas de dieciséis especies de madera procedentes de las zonas de Tingo María y Pucallpa (Perú), y como primer paso se obtuvieron los valores numéricos de resistencia mediante ensayos de laboratorio, las muestras de madera fueron colectadas de árboles marcados por el Proyecto de Dendrología, por tanto la identificación corresponde a dicho Proyecto.

La obtención de muestras, preparación de probetas, y los ensayos físico - mecánicos se realizaron de acuerdo a las normas de la Sociedad Americana de Ensayos de Materiales (ASTM), determinadas de acuerdo a las normas ASTM D143-52. Las especies fueron seleccionadas en base a su abundancia, dominancia y la forma de tronco y el material extraído para los ensayos fue recolectado del mismo árbol marcado. De cada especie estudiada se seleccionó un árbol representativo en cuanto a tamaño, edad y aspecto general, descartándose aquellos árboles con defectos.

Heiter Valderrama Freyre (1991). **“Tabla de Valores de las Propiedades Físicas de Especies estudiadas en el Proyecto Forestal ITTO”**. Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera. FIF – UNAP. Iquitos Perú. Presenta los valores de las propiedades físicas (peso específico, contenido de humedad, contracción), determinados en el Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera de la Facultad de Ingeniería Forestal de la UNAP, de las siguientes especies: pashaco colorado, pashaco blanco, cedrillo, quillosa, azúcar huayo, mari mari, shingarana, carahuasca negra, maría buena.

Facultad de Ingeniería Forestal de la UNAP (1993). **Heiter Valderrama Freyre**. **“Características Tecnológicas y Uso Industrial de Nuevas Especies Forestales de la Amazonía peruana”**. Presenta los resultados concernientes a los valores tecnológicos, comportamiento y usos preliminares de 31 especies forestales tropicales desconocidas en el mercado. La toma de datos y el análisis correspondiente a las características y propiedades de la madera, se las realizó

en el Laboratorio de Anatomía y Tecnología de Madera de la Facultad de Ingeniería Forestal – UNAP.

Así, por ejemplo, las propiedades físicas y mecánicas de la madera Mari mari, realizadas por la Facultad de Ingeniería Forestal de la UNAP, son las siguientes:

Tabla N° 3. Propiedades Físicas de la madera Mari Mari realizadas por la Facultad de Ingeniería Forestal de la UNAP

Propiedades Físicas	
Contenido de Humedad	82.00 %
Peso Específico Saturado	0.81 gr/cm ³
Contracción Tangencial	7.14 %
Contracción Radial	3.57 %
Contracción Volumétrica	10.80 %
Relación T/R	2.00
Densidad Básica	0.57 gr/cm ³

Fuente: Valderrama Freyre, 1993.

Tabla N° 4. Propiedades Mecánicas de la madera Mari Mari realizadas por la Facultad de Ingeniería Forestal de la UNAP

Propiedades Mecánicas	
Flexión Estática	426 kg/cm ²
Módulo de Rotura (MOR)	760 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad (MOE)	110 Tn/cm ²
Compresión Paralela	361 kg/cm ²
Compresión Perpendicular	71 kg/cm ²
Dureza Paralela	538 kg/cm ²
Dureza Perpendicular	89 kg/cm ²
Dureza en los lados	3.2 kg/cm ²

Fuente: Valderrama Freyre, 1993.

Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Presenta los valores de las propiedades físicas y mecánicas de algunas especies forestales del país.

Las Propiedades físicas y Mecánicas de la Madera Mari Mari, realizadas por la El Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), son las siguientes:

Tabla N° 5. Valores de las propiedades físicas de algunas especies forestales del país - INIA

Propiedades Físicas	
Contracción Tangencial	7.80 %
Contracción Radial	3.50 %
Relación T/R	2.20
Densidad Básica	0.77 gr/cm ³

Fuente: Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA).

Tabla N° 6. Valores de las propiedades mecánicas de algunas especies forestales del país - INIA

Propiedades Mecánicas	
Flexión Estática	-
Módulo de Rotura en flexión	1,315 kg/cm ²
Compresión Paralela (RM)	622 kg/cm ²
Módulo de elasticidad	160 Tn/cm ²

Fuente: Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA).

El control del volumen comercializado de la madera, es llevado para Loreto por el Programa de Manejo de Bosques y Fauna Silvestre – Gobierno Regional de Loreto. Similarmente, esta misma institución autoriza el volumen de extracción de las especies maderables.

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. La Quinilla “*Manilkara bidentata*”

Crece en Colombia, Perú, Brasil, Guayana francesa, Panamá y Antillas. En suelos periódicamente inundables o en tierra firme. Árbol que alcanza los 40 metros de altura y los 85 centímetros de diámetro. Presenta aletones variables, desde poco desarrollados a bien desarrollados, altos y extendidos. Su corteza superficial es de color grisáceo, con fisuras profundas. Exuda un latex blanco muy pegajoso. Sus hojas son simples, alternas, de 6 a 13 centímetros de longitud, con pelitos en la parte inferior(13),

Presenta flores pequeñas. Su fruto es globoso, de 4 centímetros de longitud. USOS- El latex se utiliza para la fabricación de capas aislantes para cables eléctricos, correas y cintas transmisoras de fuerza y láminas impermeables. La madera se utiliza en la fabricación de muebles, instrumentos musicales y tornería.

Tradicionalmente ha sido utilizada en la fabricación de puentes, canoas, estructuras de casas y postes para cercos, al ser una madera muy dura y resistir hasta 15 años a la intemperie.

Según Spichiger et al. (1990) y Vásquez (1989); es un árbol grande, de 50 a 150 cm de diámetro y de 20 a 35 m de alto con fuste cilíndrico, la ramificación en el segundo o tercer tercio, la base del fuste usualmente con aletas de regular tamaño. Flores, de 4 a 5 mm de longitud, hermafroditas, con cáliz y corola presentes, el peciolo de 1,5 a 2 cm de longitud, con seis sépalos en dos verticilos, con 6 corolas lobuladas, el pistilo con ovario súpero, el estilo columnar y el estigma capitado. Frutos, bayas globosas o elipsoides, de 2 a 3 cm de diámetro, el exocarpo glabro, los frutos comestibles, la semilla lateralmente comprimida

Tabla 1. Especificaciones botánicas de la Quinilla “*Manilkara bidentata*”

Especificaciones botánicas:	
Nombre común:	"quinilla"
Nombre científico:	<i>Manilkara bidentata</i>
Familia botánica:	Sapotaceae
Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Orden	Magnoliopsida
Clase	Ebenales

Fuente: (14).

1.2.1.1. Polinización y dispersión

La polinización en esta especie es efectuada por murciélagos, en la familia sapotaceae las flores no tienen un nectario bien desarrollado, pero la corola es a menudo carnosa y dulce (contiene azúcares), dado que la corola y estambres se desprenden como una unidad, ese tejido es posiblemente consumido por algunos animales que actúan como polinizadores, tal es el caso de pequeñas mariposas del género *Caluromys*, las cuales se observan tomando flores de árboles en esta familia. La dispersión, la efectúan los monos, marsupiales y murciélagos, algunos roedores actúan como dispersores secundarios de los frutos caídos. (4).

1.2.1.2. Distribución

Según Spichiger, Méroz, Loizeau, & Stutz de Ortega, (1990), la Quinilla “*Manilkara bidentata*”, se distribuye en América tropical (desde la Amazonia hasta Panamá y en las Antillas). En el Arboletum: Parcela/árbol 8/50 M Díaz 62-A En los alrededores del Arboletum: Encarnación 26435 (en capullo).

Observaciones. De esta especie se obtiene una clase de gutapercha de primera calidad llamada “balata”. Con el látex, blanco y pegajoso, se puede hacer bolas al manosearlo entre los dedos.

1.2.2. Generalidades de la Madera:

Para definir madera, la revista (15), menciona que: “La madera es un material orgánico natural y con una estructura celular; se llama madera al conjunto de tejidos que forman el tronco, las raíces y las ramas de los vegetales leñosos, excluidas de la corteza”.

Dada la definición anterior, se concibe entonces, que además de ser orgánico y natural, la madera es un producto muy resistente. La madera cuenta con unas características muy adecuadas para su uso como material para la construcción, y como tal se ha empleado desde los inicios de la civilización. (16).

La madera presenta las características de un material complejo y variable. Además, se ha comprobado mediante investigaciones efectuadas por diferentes autores, que las propiedades de las maderas varían de la misma forma que las especies vegetales, según las zonas geográficas y los climas, es decir, una especie vegetal desarrollada en la misma zona, pero en terrenos diferentes en cuanto altitud, humedad o composición, acusa notables diferencias. (17).

La madera está constituida por células de diversas formas, con paredes de espesores variados y dispuestas diferentemente según las especies, pero siempre orientadas en las direcciones ortogonales principales (longitudinal, radial y tangencial). Estas células forman la estructura peculiar de la madera, y explican su naturaleza heterogénea y anisótropa. En virtud de ello, las características de la madera varían de un punto a otro, y también sus resistencias se modifican según las direcciones consideradas. (17).

1.2.3. Propiedades Físicas de la Madera:

1.2.3.1. Contenido de Humedad:

La madera contiene agua bajo tres formas: agua libre, agua higroscópica y agua de constitución. El agua libre se encuentra llenando las cavidades celulares. El

agua higroscópica se halla contenida en las paredes celulares. El agua de constitución se encuentra formando parte integrante de la estructura molecular. Cuando se expone la madera al medio ambiente, empieza a perder agua iniciándose el proceso de secado. En el transcurso del secado se pierde primero el agua libre y después el agua higroscópica, el agua de constitución no se pierde sino por combustión de la madera. En función de la cantidad de agua que contenga la madera pueden presentarse tres estados: verde, seco y anhidro. Se dice que la madera está verde cuando ha perdido parte del agua libre, será madera seca cuando ha perdido la totalidad del agua libre y parte del agua higroscópica, finalmente, será madera anhidra cuando ha perdido toda el agua libre y toda el agua higroscópica.

El contenido de humedad (CH) es el porcentaje en peso, que tiene el agua libre más el agua higroscópica con respecto al peso de la madera anhidra. Para una muestra de madera el CH será:

$$CH\% = \frac{\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Anhidro}}{\text{Peso Anhidro}} \times 100$$

El peso anhidro es conseguido mediante el uso de un horno a $103 \pm 2^\circ\text{C}$, también se le llama peso seco al horno.

Existen dos valores del CH que son particularmente importantes, al primero se le llama Punto de Saturación de la Fibras (PSF) y es el CH que tiene la madera cuando ha perdido la totalidad del agua libre y comienza a perder el agua higroscópica. Al segundo CH se le llama Contenido de Humedad de Equilibrio (CHE) cuando la madera expuesta al aire, pierde parte del agua higroscópica hasta alcanzar un CH en equilibrio con la humedad relativa al aire.

El PSF varía de 25 a 35 por ciento. Cuando el CH es menor que el PSF la madera sufre cambios dimensionales; también varían sus propiedades mecánicas.

Cambios Dimensionales:

Las variaciones en el CH producen cambios dimensionales en la madera, estos cambios se deben principalmente a la pérdida o ganancia del agua higroscópica en la pared celular. El agua libre de las cavidades celulares no tiene ninguna

influencia en la variación de las dimensiones, es decir, los cambios dimensionales se producen cuando el CH varía por debajo del PSF.

Densidad:

La relación que existe entre la masa y el volumen de un cuerpo se llama densidad. Por costumbre cuando se usa el sistema métrico se toma la masa como el peso del cuerpo. El peso de la madera es la suma del peso de la parte sólida más el peso del agua. El volumen de la madera es constante cuando está en el estado verde, el volumen disminuye cuando el CH es menor que el PSF y vuelve a ser constante cuando ha alcanzado el estado anhidro o seco al horno. Se pueden distinguir en consecuencia cuatro densidades para una misma muestra de madera:

- La densidad verde (DV) la relación que existe entre el peso verde (PV) y el volumen verde (VV).
- La densidad seca al aire (DSA) la relación que existe entre el peso seco al aire (PSA) y el volumen seco al aire (VSA).
- La densidad anhidra, (DA) la relación entre el peso seco al horno (PSH) y el volumen seco al horno (VSH).

La densidad básica (DB) la relación entre el peso seco al horno (PSH) y el volumen verde (VV). Es la menor de las cuatro. La densidad básica es la que se usa con ventaja ya que las condiciones en las que se basa (peso seco al horno y volumen verde) son estable en una especie determinada. La densidad de la parte sólida de la madera es 1.56 g/cm^3 con variaciones insignificante entre especies.

Peso Específico (Pe):

Es la relación entre el peso de la madera, a un determinado contenido de humedad, y el peso del volumen de agua desplazado por el volumen de la madera. Considerando que, el agua tiene densidad igual a 1, puede deducirse que, la relación obtenida, al dividir la densidad de la madera entre la densidad del agua igualan a su peso específico. En el sistema métrico la densidad y el

peso específico tienen el mismo valor, con la diferencia que este último no tiene unidades. La gravedad específica es equivalente al peso específico.

Contracciones de la Madera:

La madera cambia de volumen según la humedad que contiene. Cuando pierde agua, se contrae o merma, siendo mínima en la dirección axial o de las fibras, no pasa del 0.8 por ciento; de 1 a 7.8 por ciento, en dirección radial, y de 5 a 11.5 por ciento, en la tangencial.

La contracción es mayor en la albura que en el corazón, originando tensiones por desecación que agrietan y alabean la madera.

En la madera se pueden reconocer tres direcciones principales que pueden considerarse ortogonales entre sí, estas direcciones son:

Dirección Axial o Longitudinal:

Es la paralela al eje de crecimiento del árbol y por lo tanto también a las fibras. Es la dirección donde la madera presenta mejores propiedades mecánicas. Resistencia elevada a la flexión, compresión y tracción.

Dirección Radial:

Es la perpendicular a la axial y por tanto corta el eje del árbol en el plano transversal. Esta dirección se encuentra perpendicular a la fibra. En este plano la madera presenta buen comportamiento a la compresión.

Dirección Tangencial:

Localizada también en la sección transversal, normal a la axial y la radial y tangente a los anillos de crecimiento. En este corte la madera presenta más deformaciones. Esta dirección determina el comportamiento de la madera frente a los factores del entorno natural, sin que ello implique ninguna modificación

mecánica o química, algunas de las más relevantes son: densidad o peso específico.

En la práctica se consideran dos direcciones: la dirección longitudinal o paralela a la fibra y la dirección transversal o perpendicular al grano.

La fuerza expresada por unidad de área es conocida como esfuerzo. Existen tres tipos de esfuerzos fundamentales a los que puede estar sometida una pieza de madera: esfuerzo de compresión, esfuerzo de tracción y esfuerzos de flexión y corte o cizallamiento.

Tipos de Contracciones:

- **Contracción tangencial:** Contracción que se produce en las direcciones tangentes a los anillos anuales.
- **Contracción longitudinal:** Contracción que se produce en direcciones paralelas a las fibras y cuyo valor es equiparable al 2% de la contracción radial.
- **Contracción radial:** Contracción perpendicular a las fibras, a través de los anillos anuales de una pieza de madera.
- **Contracción Volumétrica:** El aumento de volumen con la humedad es, prácticamente, proporcional a la misma, hasta un punto que coincide aproximadamente con el 25% de humedad, sigue el aumento de volumen, pero con incrementos cada vez menores, hasta el punto de saturación de las fibras (PSF), a partir del cual el volumen permanece prácticamente constante, (Deformación Máxima).

La Contracción Volumétrica total, mide la Contracción Volumétrica entre los estados de saturación y anhidro.

$$B\% = \frac{V_s - V_o}{V_o}$$

B% = Contracción Volumétrica Total

Vs = Volumen de la Probeta Saturada de Agua.

Vo = Volumen de la Probeta en estado anhidro.

La Contracción Volumétrica entre dos estados de humedad viene dado por el porcentaje de variación de volumen entre los dos estados.

La medida de contracción volumétrica no es suficiente para determinar la calidad de una madera. Es preciso saber cómo se comporta bajo la influencia de las variaciones de humedad próximas a la humedad normal, que es, en general, la que corresponde al ambiente de empleo de la madera.

Contracción Diferencial: Se define como la relación entre la contracción tangencial y la radial (β_t/β_r).

Es un valor importante en el comportamiento de una madera durante el secado. Es normalmente mayor en latifoliadas que en coníferas.

6.2.3.- Propiedades Mecánicas de la Madera:

Las principales propiedades mecánicas de la madera son:

Resistencia a la compresión paralela a la fibra:

La madera presenta gran resistencia a los esfuerzos de compresión paralela a sus fibras. Esta proviene del hecho que las fibras están orientadas con su eje longitudinal en esa dirección y que a su vez coincide, o está muy cerca de la orientación de los micros fibrillas que constituyen la capa media de la pared celular.

La resistencia a la compresión paralela a las fibras en la madera es de aproximadamente la mitad que su resistencia a la tracción.

Valores del esfuerzo de rotura en compresión paralela a las fibras para ensayos con probetas de laboratorio varían entre 100 y 900 kg/cm² para maderas tropicales. Estas varían en función de la densidad (entre 0.2 y 0.8 de D.B).

Resistencia a la compresión perpendicular a la fibra:

Bajo este tipo de carga las fibras reciben la carga perpendicularmente a su eje y en el sentido de los orificios de las mismas. Esto permite que se pueda cargar la madera prácticamente sin que ocurra una falla propiamente dicha. Al progresar la magnitud de la carga la pieza se va comprimiendo (aplastando los pequeños

cilindros que semejan las fibras), aumentando su densidad y también su misma capacidad para resistir mayor carga.

Resistencia al corte paralelo a la fibra (Cizallamiento):

En elementos constructivos el esfuerzo por corte o cizallamiento se presenta cuando las piezas están sometidas a flexión (corte por flexión). Los análisis teóricos de esfuerzos indican que en un punto dado los esfuerzos de corte son iguales tanto a lo largo como perpendicularmente al eje del elemento. Como la madera no es homogénea, sino que sus fibras se orientan por lo general con el eje longitudinal de la pieza, presenta distinta resistencia al corte en estas dos direcciones. La menor es aquella paralela a las fibras. Perpendicularmente a las fibras la resistencia es de tres a cuatro veces mayor que la resistencia a la compresión.

El esfuerzo de rotura en probetas sometidas a corte paralelo varía entre 25 y 200 kg/cm² en promedio. Es mayor en la dirección radial que en la tangencial. Aumenta con la densidad, aunque en menor proporción que la resistencia a la compresión.

Flexión Estática.

Se establece el procedimiento para realizar el ensayo de flexión estática de la madera, determinando sus propiedades resistentes.

Este procedimiento debe ser aplicado a probetas libres de defectos con un contenido de humedad superior al punto de saturación de las fibras (estado verde) y/o a probetas con un contenido de humedad de 12±1% (estado seco).

El método consiste en aplicar una carga continua, a velocidad constante, en la mitad de la luz de la probeta, midiendo las deformaciones producidas por la aplicación de dicha carga hasta llegar al punto de rotura.

Módulo de Elasticidad (E):

Es un parámetro que nos indica la capacidad de la madera para resistir deformaciones, entre más alto sea su valor, más rígida será la madera. El Módulo

de Elasticidad es empleado en el diseño para predecir y controlar las deformaciones de los elementos fabricados con este material. La prueba con la que se evalúa el Módulo de Elasticidad se realiza con especímenes sometidos a la Flexión de los tres puntos de acuerdo a la Norma ASTM D – 2555.

Medida de la resistencia a la deformación axial de la probeta cuando se la somete a una carga de dirección paralela a las fibras de la madera. Se determina como la pendiente de la zona lineal del gráfico carga-deformación por debajo del límite de proporcionalidad. En el caso del ensayo de flexión, se relaciona con la deflexión debido al cizalle o esfuerzo de corte.

Dureza:

La dureza de la madera es la resistencia que opone al desgaste, rayado, clavar, etc. Depende de su densidad, edad, estructura y si se trabaja en sentido de sus fibras o en el perpendicular. Cuanta más vieja y dura es, mayor la resistencia que opone.

Por su dureza se clasifican en:

- * Muy duras; ébano, serbal, encina y tejo.
- * Bastante duras; roble, arce, fresno, álamo, acacia, cerezo, almendro.
- * Algo duras; castaño, haya, nogal, peral.
- * Blanda; Abeto, alerce, pino, sauce.
- * Muy blandas; tilo, chopo.

Módulo de Rotura:

Medida de la máxima capacidad resistente que tiene la probeta para soportar una carga en forma gradual durante un período corto de tiempo. Es un criterio de resistencia aceptado mundialmente, aún, cuando no corresponde a una tensión real, debido a que la fórmula con la cual se determina solamente es válida en la zona elástica.

$$MOR = \frac{MC}{I}$$

$M = \text{Momento máximo aplicado} = PL/4$

$C = \text{Altura}/2 = h/2$

$I = \text{Momento de Inercia} = bh^3/12;$ $b = \text{ancho}$

Uso Estructural.

Flexión a Escala Natural:

Establece el Método de ensayo para determinar el Módulo de Elasticidad, Módulo de elasticidad Aparente, Módulo de Corte y la Resistencia a la Flexión en vigas de madera a la Escala Natural.

Características de las maderas (sólo como referencia: madera mari mari):

El tronco recién cortado presenta las capas externas de madera (albura) de color blanco a crema y las capas internas (duramen) de color amarillo intenso y de forma regular, observándose entre ambas capas un gran contraste de color. En la madera seca al aire la albura se toma de color marrón muy pálido HUE 7/4 10YR y el duramen marrón amarillento oscuro por oxidación al aire HUE 4/6 10YR. Olor distintivo y característico. Lustre o brillo de medio a elevado, grano entrecruzado. Textura media a gruesa. Veteado líneas irregulares jaspeados. En el siguiente cuadro se muestra, **sólo como ejemplo**, detalles de la madera Mari mari.

Especies	Familia	Nombre científico	Nombre comercial internacional	Nombres comunes
Vatairea guianensis Aublet	INIA: Fabaceae- Papilionoideae UNAP: Leguminosae	Hymenolobium sp.	Faveira amargosa	<u>Perú</u> : mari mari, marupá del bajo. <u>Colombia</u> : guerra

Distribución de las especies Mashonaste Negro y Azúcar Huayo:

En base a literatura y reportes del herbario de la UNAP, la especie se encuentra en los departamentos de Loreto, Madre de Dios y Ucayali, entre 0 y 500 msnm. Las especies existen en altas cantidades en la zona Norte de la Amazonía Sur del Perú. Información sobre distribución, abundancia, predominancia y otras características se determinarán como resultado del desarrollo del proyecto de investigación

Características Tecnológicas:

La madera “Quinilla” Manilkara Bidentata, es una madera pesada, que presenta contracciones lineales bajas y la contracción volumétrica es estable. Otras se determinarán como resultado del desarrollo del proyecto de investigación.

Definición de Términos Básicos:

- **Madera:** Parte sólida de los tallos correspondiente al tronco despojado de la corteza, y que, cortado convenientemente en tablonés, tablas o chapas, constituye un material básico en construcción, así como en carpintería.
- **Resistencia:** Capacidad de un material, para soportar las cargas y la acción de distintos agentes exteriores.
- **Anisotropía:** Cuando sus propiedades físicas y mecánicas varían en función de la dirección de las fibras que se considere.

CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

2.1. Título:

“PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA “QUINILLA” MANILKARA BIDENTATA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN ESTADO VERDE, IQUITOS 2019”.

2.2. Descripción del problema

Dada la importancia que tiene la madera en la construcción según reflejan los índices, más del 48% se usan en obras públicas, según lo indican Jiménez Yábar, Ascencio Sanabria, & Barreto La Torre (2016) – SENCICO, convirtiéndose en una necesidad durante la ejecución de un proyecto y/o estructuras de madera, obras de arte, ebanistería y otros, en la que *“los proyectistas deberán tomar en cuenta los aspectos propios que presentan la madera como material natural ligno celuloso”* - Norma E.0.10 de Madera, sin embargo, se conoce poco sobre ellas, pues debido a la heterogeneidad que las caracterizan, además de su composición, los ensayos para conocer sus propiedades, tienen costos muy altos que hacen que este material se convierta en uno de los más difíciles de estudiar.

Partiendo de la premisa *“El uso racional de la madera de nuestros bosques tropicales, es una alternativa de utilización de un recurso renovable para la construcción”,* y *“existen numerosas especies, muchas de ellas aptas para la construcción”,* mencionado por la Ing. Isabel Moromi Nakata, con la firme intención de aportar al conocimiento y al aprovechamiento de los recursos, a favor del crecientito y desarrollo, surge la necesidad de estudiar la *“Quinilla” Manilkara Bidentata,* porque se registra poco sobre ella, tiene demanda, es usada con frecuencia en el ámbito de la construcción, y es una de las maderas de densidad alta y muy alta, y puede ser trabajada en estado verde para facilitar su clavado y labrado, como lo refiere la norma E.010 de Madera (Cap.II, Art.2: La Madera, numeral. 2.1.4. pág,9); por lo que se pretende colaborar, para ampliar estudios sobre el comportamiento

de sus propiedades físicas y mecánicas, y evaluar si cumple los requisitos para ser usado en la construcción.

2.2.1. Problema General

¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de la madera “Quinilla” *Manilkara Bidentata*?

2.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuáles son las propiedades físicas de la madera “Quinilla” *Manilkara Bidentata*?
2. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de la madera “Quinilla” *Manilkara Bidentata*?
3. ¿Cuáles son los valores para los esfuerzos admisibles de diseño en estas maderas en estado verde?

2.3. Objetivos.

3.1. Objetivo General

Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la madera “Quinilla” *Manilkara Bidentata* y contribuir a generar información tecnológica y reciente para su uso en la construcción.

3.2. Objetivos Específicos

1. Determinar las propiedades físicas de la madera “Quinilla” *Manilkara Bidentata*.
2. Determinar las propiedades mecánicas de la madera “Quinilla” *Manilkara Bidentata*.
3. Determinar los valores para los esfuerzos admisibles de diseño en esta madera en estado verde.

2.4. Justificación de la Investigación

El estudio de la madera "Quinilla" *Manilkara Bidentata* se justifica por la abundancia que presenta; en la categoría Fustal, realizada por el tesista Arévalo López, (2004), en la que presentada las especies con mayor abundancia absoluta , la "quinilla" obtuvo resultados con 0,0089 individuos en 0,36 ha; por sobre el "copalillo", 0,0064; "copal", 0,0047; "carahuasca", 0,0047; "rnachirnango blanco",- 0,0044; "cunchi moena" y "aguanillo" con 0,0042 individuos en 0,36 ha, respectivamente.

Para evitar su uso empírico, sin el conocimiento de sus propiedades físicas y mecánicas en estado verde, en el diseño y ejecución de obras civiles.

Es necesario, conocer los rangos de valores de las propiedades físicas y mecánicas en estado verde, los valores para los esfuerzos admisibles de diseño y si cumple los requisitos para ser usado en la construcción.

2.5. Alcances y Limitaciones:

La UCP no cuenta con equipos para la determinación de las propiedades mecánicas. En la UNAP existe un laboratorio para determinar algunas propiedades físicas y organolépticas.

Sin embargo, En el Anexo 1: Comentarios a la Norma que incluye desde el Artículo 8 al 12 antes citados, se presenta detalles y sugerencias a través dichos Comentarios; que incluye Prólogo, Objetivo, Campo de Aplicación, Agrupamiento, incorporación de especies a los grupos A, B y C. En el párrafo tercero del inciso 12.2. se indica: "En vista de las dificultades para la colección de las muestras directamente del bosque por las condiciones de distribución, climáticas, transporte y otras, se ha considerado que provisionalmente se puede aceptar para estos propósitos (determinación de propiedades mecánicas) un mínimo de cinco (5) árboles".

En el Artículo 13 se dan una serie de trece (13) referencias que se tuvieron en cuenta para la formulación del Anteproyecto y se tendrán en cuenta para el desarrollo de la Investigación.

En el Objetivo del Anexo: Comentarios a la Norma se señala: “9.1. Se trata de establecer la normalización que permita la incorporación de las especies maderables de los bosques peruanos al mercado de madera aserrada para uso estructural, ofreciendo al usuario un mayor número de especies utilizables. Los bosques del País son en su mayoría bosques tropicales con un gran número de especies, siendo el volumen de madera por especie no tan abundante, de manera que una utilización racional se logra al agrupar las especies en función de sus características. Se espera así, promocionar nuevas especies con características similares o mejores a las actualmente comercializadas, lo que evitaría l.

2.6. Hipótesis

2.6.1. Hipótesis General: (H₀)

El conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de la madera “Quinilla” *Manilkara Bidentata*, permite inferir en el comportamiento y el uso de misma como material de construcción en estado verde”.

2.7. Variables, Indicadores e Índices

2.7.1. Variable Independiente: (X₁)

X₁: Propiedades físicas de la madera “Quinilla” *Manilkara Bidentata*

2.7.2. Variable dependiente: (X₂)

X₂: Propiedades mecánicas de la madera “Quinilla” *Manilkara Bidentata*.

2.7.3. Operacionalización de variables

Especie	Variables	Indicadores	Índices
“Quinilla” <i>Manilkara</i> <i>Bidentata.</i>	Variable independiente:(X₁) Propiedades físicas	Determinación del Contenido de Humedad.	%
		Determinación de la Densidad.	Kg/m ³
	Variable independiente:(Y₄) Propiedades mecánicas	Determinación de la Compresión Axial o Paralela al Grano.	Kg/cm ²
		Determinación de la Compresión Perpendicular al Grano.	
		Determinación de la Flexión Estática.	Kg/cm ²
		Determinación del Corte o Cizallamiento.	
		Determinación del módulo de elasticidad.	

Fuente: El Autor, 2020.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación es descriptivo, porque se determinarán las propiedades físicas y mecánicas de la madera “Quinilla” *Manilkara Bidentata*; además, se detallarán y mencionarán otras características a fin de realizar el análisis del estado de las mismas, recogiendo información y datos necesarios de forma independiente sobre cada variable.

3.1.2 Diseño de Investigación

El diseño de investigación es No experimental – Transeccional descriptivo. Las investigaciones a la madera “Quinilla” *Manilkara Bidentata*, se realizarán sin manipular las variables, estudiándolos tal cual.

M	O
----------	----------

Donde:

- **M** : Muestra con quien o en quien se va realizar el estudio
- **O** : Observación a las variables, información relevante o de interés dela muestra.

3.2. Población y Muestra

Población : Estará conformada por los árboles de madera “Quinilla” *Manilkara Bidentata*.

Muestra : Número de especímenes de madera “Quinilla” *Manilkara Bidentata*, que serán evaluadas para cada ensayo.

La norma E.010. Madera, pág.7, indica que para que los resultados sean confiables se requiere que las muestras sean representativas de las

características de la especie. Considerando un coeficiente de variación de 0,22, se deben ensayar 30 vigas por especie, provenientes de 10 árboles y tres repeticiones por árbol para conseguir un intervalo de confianza del valor medio de $\pm 10\%$ con una seguridad estadística del 95% (Ref. 8.12, 8.13).

En vista de las dificultades para la colección de las muestras directamente del bosque por las condiciones de distribución, climáticas, transporte y otras, se ha considerado que provisionalmente se puede aceptar para estos propósitos unos mínimos de 5 árboles.

Para su análisis se realizarán varios ensayos, utilizando la norma UNE y atendiendo a las características de la norma ASTM.

Se tendrá presente las recomendaciones de la Norma E.010 Capítulo 1: Agrupamiento de maderas para uso estructural, del Reglamento Nacional de Edificaciones, Artículos 1 al 12 arriba transcritos. Asimismo, en este Capítulo se está precisando: ubicación del bosque de donde se extraerán las muestras, el muestreo utilizado, las dimensiones de las muestras en su primera fase.

3.3. Técnicas, Instrumentos y Procedimiento de Recolección de Datos

3.3.1. Técnicas de Recolección de Datos

Para este caso, la técnica que se utilizó para la recolección de datos, fue la la observación, que sirvió para la selección del árbol maderable “Quinilla” *Manilkara Bidentata* que sirvieron de muestra para la investigación. La verificación de la especie de madera y su madurez se efectuará en los laboratorios de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana -UNAP: Especialista en Dendrología Profesor Arellano; y, CITE madera.

3.3.2. Instrumentos de Recolección de datos

El instrumento que se empleará en la recolección de datos será la Guía de Observación.

3.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos

3.3.3.1. De la Recolección y Procedencia de las Muestras

Se procedió en un formato inicial, a recopilar los árboles de muestra, de una propiedad una privada, en el distrito de Fernando Lores, provincia de Maynas – Loreto, posteriormente se realizó la tala, para continuar con el trozado y aserrado primario de la madera, acondicionándolo en trozos tipo probetas. (Ver foto de Anexo N°02).

3.3.3.2. De la Elaboración de Probetas

Para el desarrollo de esta actividad se acondicionó las muestras destinadas a los ensayos físicos y mecánicos en probetas, teniendo en cuenta las normas Técnicas peruanas.

Para cada una de las muestras consideradas se tomaron las muestras de un árbol, teniendo 10 repeticiones por cada ensayo, llegando a las 50 probetas; siguiendo las siguientes dimensiones (Ver **CUADRO N° 1**).

CUADRO N° 1. Muestras para cada ensayo

N° de muestras	Dimensión (cm)	Ensayo
20	3x3x10	Propiedades Físicas (Humedad , Densidad, Contracción)
20	5x5x76	Ensayo de Flexión Estática
20	5x5x20	Ensayo de Compresión
19	5x5x15	Ensayo de Compresión Perpendicular
19	5x5x6.5	Ensayo de Cizallamiento

Fuente: Elaboración Propia del Autor, 2019.

CUADRO N° 2. Número de muestras para cada tipo de ensayos-recomendadas por JUNAC 1984.

Número de muestras para cada tipo de ensayos			N° probetas recomendadas por JUNAC1984
Ensayo	Dimensiones	N° Probetas	
Ensayo de densidad básica	3cm x 3cm x 10 cm	20	20
Ensayo a flexión estática	5cm x 5cm x 76 cm	20	20
Ensayo de compresión paralela a la fibra	5cm x 5cm x 20 cm	20	20

Fuente: Elaboración Propia del Autor, 2019/ Fuente Información, JUNAC 1984.

CUADRO N° 3. Ensayos para determinación de las Propiedades Físicas.

Ensayos para determinación de las Propiedades Físicas	
Ensayo:	Determinación del Contenido de Humedad
Norma	Muestra
NTP 251.010 2004	No menor de 33 cm ³ 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
Ensayo:	Determinación de la Densidad.
Norma	Muestra
NTP 251.011 2004	3 cm x 3 cm x 10 cm

Fuente: Elaboración Propia del Autor, 2019.

CUADRO N° 4. Ensayos para las Propiedades Mecánicas

Ensayos para las Propiedades Mecánicas :	
Ensayo:	Determinación de la Compresión Axial o Paralela al Grano.
Norma	Muestra
NTP 251.014 2004	5 cm x 5 cm x 20 cm
Ensayo:	Determinación de la Compresión Perpendicular al Grano.
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.
Ensayo:	Determinación de la Flexión Estática
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)
Ensayo:	Determinación del Corte o Cizallamiento.
Norma	Muestra
NTP 251.013 2004	

Fuente: Elaboración Propia del Autor, 2019.

3.3.3.3. De los Ensayos

Los ensayos se realizaron en los laboratorios del Centro de Investigación Tecnológica Madera, esto debido a que se cambió el laboratorio de investigación que inicialmente se realizaría en la Universidad Nacional de Ingeniería, por motivos de Cese de actividades académicas y de investigación durante la pandemia del COVID-19, que se sufrió a nivel mundial.

3.3.3.4. Del Procesamiento de la Información:

El procesamiento de la información se realizará de forma mecánica utilizando la tabla de datos en formato Excel.

El análisis e interpretación de los datos se efectuará utilizando la estadística descriptiva, frecuencia, promedio y porcentaje de Microsoft Excel.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA “QUINILLA”.

En el Informe de Ensayos N°029-2020/CITEmadera, se presentan los valores de las propiedades físicas de la madera “Quinilla” *Manilkara Bidentata*.

Características:

La madera usada como muestra, presenta una edad en un rango entre los 15 y 20 años.

El tronco recién cortado presentó unas capas externas de color castaño claro (albura) con las capas internas de color castaño rojizo oscuro. (duramen), sin embargo se evidenció que en la madera seca al aire la albura se torna marrón rojizo claro y el duramen, marrón rojizo, tal como se muestran en la **FOTO N° 1, FOTO N° 2, FOTO N° 3, FOTO N° 4 y FOTO N° 5.**

Los resultados de las propiedades físicas evaluadas según niveles de corte se presentan en el **CUADRO N° 6** y

En el **CUADRO N° 7**, se muestran los valores de contracción promedios obtenidos de las 20 probetas sometidas al ensayo. Así mismo los valores de Contracción de tangencial es de 5.55%, Contracción radial 5.00 y finalmente la Contracción volumétrica de 10.85 %. Según clasificación y según los valores promedios obtenidos, presenta contracciones Tangencial y radial Muy Alta, sin embargo la Contracción Volumétrica es Muy Baja.

CUADRO N° 7

Los resultados muestran las propiedades física y mecánicas que presenta la especie en estado verde, de acuerdo a la evaluación realizada en laboratorio. En el **CUADRO N° 5**, se observan los ensayos realizados y el número de probetas obtenidas.

CUADRO N° 5. Descripción de los ensayos realizados.

Descripción del producto	Servicio solicitado	N° de probetas obtenidas
Muestras de madera para ensayos de propiedades físicas (humedad, densidad, contracción) de dimensiones 3.cm x 3.cm x 10.cm.	<ol style="list-style-type: none">1. Densidad de la madera (estado verde, seca al aire, anhidra, y básica).2. Contracción de la madera (radial, tangencial, volumétrica).3. Medición del contenido de humedad – método gravimétrico.	20
Muestra de madera para ensayo de flexión estática de dimensiones 5.cm x 5 cm x 76 cm.	<ol style="list-style-type: none">1. Flexión estática de la madera.	20
Muestra de madera para ensayo de comprensión paralela de dimensiones 5 cm x 5 cm x 20 cm.	<ol style="list-style-type: none">1. Comprensión paralela a las fibras en madera	20
Muestras de madera para ensayo de comprensión perpendicular de dimensiones 5 cm x 5 cm x 15 cm.	<ol style="list-style-type: none">1. Compresión perpendicular a las fibras en madera.	19
Muestras de madera para ensayo de cizallamiento de dimensiones 5 cm x 5 cm x 6.5 cm.	<ol style="list-style-type: none">1. Cizallamiento paralelo al grano en madera.	19

Fuente: Elaboración propia del autor, 2020.

Los resultados de las propiedades físicas (humedad, densidad, contracción) evaluadas según ensayos, y niveles de corte se presentan en los cuadros siguientes.

4.1.1. Densidad

La densidad básica muestra diferencias significativas en los valores de las probetas ensayadas. El valor medio encontrado en la densidad básica fue de 0.68 gr/cm³ y un CH seco al aire (%) de 13.79 (Ver **CUADRO N° 6**).

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana NORMA E.010-MADERA, Capítulo 1: Agrupamiento de Maderas para uso estructural, por el valor medio encontrado, la madera *Manilkara Bidentata*, pertenece al Grupo B¹, con Densidad Básica que oscila entre 0,56 a 0,70 g/cm³. Las maderas estructurales de densidad alta y muy alta pueden ser trabajadas en estado verde para facilitar su clavado y labrado. (18).

La madera aserrada deberá estar seca a un contenido de humedad en equilibrio con el ambiente donde va ser instalada y en ningún caso se excederá de un contenido de humedad del 22% (Norma ITINTEC 251.104). (18).

CUADRO N° 6. Valores de densidad obtenidos, para los valores ensayados

N° de probeta.	CH seco al aire (%)	Densidad seca al aire (gr/cm ³)	Densidad saturada (gr/cm ³)	Densidad seca a estufa (gr/cm ³)	Densidad básica (gr/cm ³)
1	15.48	0.74	1.02	0.70	0.61
2	15.25	0.70	1.02	0.65	0.57

¹ El agrupamiento obedece solamente a un ordenamiento a base de la resistencia y no implica ventaja relativa de un grupo con respecto al otro, un grupo no es superior o inferior a otro sino de características diferentes, Art. 11: Agrupamiento. (18).

3	15.33	0.72	1.00	0.68	0.59
4	13.47	0.93	1.02	0.86	0.80
5	15.21	0.70	0.98	0.68	0.59
6	13.40	0.91	1.00	0.84	0.79
7	1.75	0.68	0.98	0.63	0.81
8	13.45	0.93	1.03	0.87	0.81
9	15.16	0.70	0.98	0.65	0.57
10	15.09	0.71	1.00	0.66	0.58
11	15,30	0.74	1.03	0.69	0.60
12	15.15	0.69	0.99	0.99	0.56
13	15.25	0.72	0.98	0.68	0.58
14	13.45	0.91	1.01	0.84	0.79
15	13.42	0.93	1.02	0.86	0.80
16	13.53	0.93	1.02	0.87	0.80
17	15.12	0.71	1.03	0.64	0.57
18	15.34	0.74	0.90	0.68	0.60
19	13.56	0.94	1.02	0.87	0.81
20	13.54	0.93	1.03	0.86	0.80
PROMEDIO	13.79	0.80	1.00	0.76	0.68

Fuente: Elaboración propia del autor, 2020.

4.1.2. Contracción

En el **CUADRO N° 7**, se muestran los valores de contracción promedios obtenidos de las 20 probetas sometidas al ensayo. Así mismo los valores de Contracción de tangencial es de 5.55%, Contracción radial 5.00 y finalmente la Contracción volumétrica de 10.85 % Según clasificación y según los valores promedios obtenidos, presenta contracciones Tangencial y radial Muy Alta, sin embargo la Contracción Volumétrica es Muy Baja.

CUADRO N° 7. Valores de contracción total obtenidos para las probetas ensayadas.

N° de probetas	Contraccion de tangencial (%)	Contraccion radial (%)	Contraccion volumetrica (%)	Relacion T/R
1	9.47	3.23	13.00	2.93
2	5.91	7.77	13.99	0.76
3	9.13	4.35	13.87	2.10
4	4.86	1.89	7.02	2.57
5	4.38	9.61	14.28	0.46
6	4,71	1.67	6.94	2.40
7	5.50	6.02	11.97	0.91
8	4.77	2.01	7.10	2.37
9	5.69	6.21	12.19	0.92
10	4.99	7.71	12.99	0.65
11	8.11	4.64	13.07	1.75
12	6.12	8.37	14.84	0.73
13	3.99	9.72	14.08	0.41
14	1.93	4.77	7.03	0.40
15	4.55	2.26	7.11	2.01
16	4.51	2.35	7.16	1.92
17	5.61	6.05	12.04	0.93
18	8.86	4.09	13.28	2.17
19	4.78	2.36	7.45	2.02
20	2.36	4.97	7.61	0.47
PROMEDIO	5.55	5.00	10.85	1.44

Fuente: Elaboración propia del autor, 2020.



4.2. DETERMINACIÓN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA “QUINILLA” MANILKARA BIDENTATA.

4.2.1. Flexión estática

En el **CUADRO N° 8**, se aprecia el resultado del ensayo de flexión estática de la madera “*Manilkara Bidentata*”. Del análisis de los valores promedios, se deduce que la resistencia a la flexión estática es de 1,006.64 kg/cm². Según el Rango de clasificación de las maderas según sus propiedades físicas y mecánicas, realizadas por Arostegui Vargas & Baluarte V.(1991) esta madera pertenece al Grupo IV, con una flexión estática ≥ 901 , Considerándola como Muy Alta.

CUADRO N° 8. Resultados del ensayo de flexión estática

N° Prob.	CH (%)	MOR (kg/cm ²)	ELP (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)
1.00	19.52	612.26	254.26	175,824.97
2.00	19.14	744.18	279.78	128,527.31
3.00	19.17	1,741.66	241.02	266,232.74
4.00	22.73	1,554.53	454.90	215,139.38
5.00	22.37	457.59	444.89	123,416.95
6.00	22.17	666.30	546.43	106,805.58
7.00	21.31	1,270.31	1,052.98	210,116.98
8.00	22.91	449.51	119.76	104,992.03
9.00	23.26	1,572.11	521.73	237,906.98
10.00	20.61	1,667.25	378.42	225,784.47
11.00	18.93	1,012.89	692.95	212,644.46
12.00	21.59	526.17	388.84	112,830.46
13.00	19.66	705.42	412.29	158,960.67
14.00	21.03	1,576.74	602.93	292,960.51
15.00	20.20	505.29	313.72	129,169.30
16.00	23.28	1,421.30	1,229.26	194,889.87
17.00	21.06	662.78	520.22	119,153.10
18.00	20.14	496.62	474.99	101,567.05
19.00	20.31	949.58	521.16	185,552.79
20.00	17.20	1,540.26	395.38	213,804.90
PROMEDIO	20.83	1,006.64	492.30	175,814.03

Fuente: Elaboración propia del autor, 2020.

Donde:

MOR=Módulo de Rotura

ELP=Esfuerzo de la fibra al límite proporcional

MOE=Módulo de elasticidad

4.2.2. Compresión Paralela

En el **CUADRO N° 9**, se observa que la compresión paralela, la resistencia máxima promedio es de 574.35 kg/cm², por lo que según la tabla N° 05, en el Rango de clasificación de las maderas según sus propiedades físicas y mecánicas, realizadas por Arostegui Vargas & Baluarte V.1991, se le considera Muy Alta.

CUADRO N° 9. Resultados del ensayo de compresión paralela a las fibras

N° Prob.	CH (%)	RM (kg/cm ²)	ELP (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)
1	15.34	438.34	405.04	83,342.43
2	15.66	412.27	400.69	74,477.85
3	16.00	308.48	240.12	37,992.92
4	15.62	385.79	355.58	83,078.45
5	13.70	885.54	875.56	191,170.83
6	15.82	344.94	291.71	80,139.19
7	14.17	807.92	504.71	327,732.46
8	14.31	812.49	477.46	645,211.23
9	14.49	747.14	480.01	400,008.23
10	14.17	725.72	407.47	333,974.71
11	15.23	388.36	231.53	183,755.49
12	13.06	839.84	473.85	473,854.00
13	15.30	447.33	275.99	287,489.17
14	15.41	465.22	205.29	641,935.60
15	15.83	371.37	248.09	427,747.91
16	13.83	782.89	487.76	677,447.22
17	15.82	361.91	213.22	183,811.79
18	14.12	550.77	506.46	660,421.83
19	14.13	949.70	560.99	333,924.87
20	15.46	460.91	292.63	332,531.99
PROMEDIO	14.87	574.35	396.71	323,002.41

Fuente: Elaboración propia del autor, 2020.

Donde:

RM=Resistencia Máxima

ELP=Esfuerzo de la fibra al límite proporcional

MOE=Módulo de elasticidad

4.2.3. Compresión Perpendicular

La compresión perpendicular promedio de las 20 probetas ensayadas, es de 192.70 (kg/cm²), por lo que se considera Muy Alta, según el cuadro N°5 del Rango de clasificación de las maderas según sus propiedades físicas y mecánicas, realizadas por Aróstegui Vargas & Baluarte V.1991.

CUADRO N° 10. Resultados del ensayo de compresión perpendicular a las fibras

N° Prob.	CH (%)	ELP (kg/cm ²)
1	18.17	96.68
2	16.33	215.12
3	18.2	82.08
4	18.87	144.21
5	16.63	245.39
6	16.66	231.15
7	16.29	236.8
8	15.82	249.29
9	15.5	246.62
10	16.62	233.52
11	16.12	214.8
12	18.17	94.17
13	15.7	204.37
14	18.41	99.74
15	16.24	217.12
16	16.25	237.28
17	15.85	253.72
18	18.14	126.63
19	15.55	232.65
PROMEDIO	16.82	192.70

Fuente: Elaboración propia del autor, 2020.

Donde:

ELP=Esfuerzo de la fibra al límite proporcional

4.2.4. Cizallamiento

De acuerdo a los ensayos de cizallamiento realizados, se obtuvo resultado promedio de 123.43 kg/cm², por lo que se clasifica Muy Alto, debido a que se obtuvo un resultado promedio ≥ 121 , según el cuadro N°5 del Rango de clasificación de las maderas según sus propiedades físicas y mecánicas, realizadas por Aróstegui Vargas & Baluarte V.1991.

CUADRO N° 11. Resultados del ensayo de cizallamiento

N° Prob.	CH (%)	CZ (kg/cm ²)
1	16.73	63.6
2	15.95	145.3
3	15.38	145.9
4	16.55	81.6
5	18.05	99.89
6	14.86	131.2
7	16.15	112.6
8	14.68	147.44
9	15.26	149.55
10	16.56	131.33
11	15.57	138.71
12	15.28	184.3
13	17.36	77.83
14	16.2	139
15	15.36	153.5
16	17.1	90.12
17	16.52	98.96
18	15.75	145.45
19	16.33	108.86
PROMEDIO	16.09	123.43

Fuente: Ensayo del Laboratorio, 2020.

Donde:

CZ= Resistencia al cizallamiento.

4.3. Datos adicionales

4.3.1. Flexión estática

CUADRO N° 12. Datos de ensayo de resistencia a la flexión estática

Prob.	A (cm)	C (cm)	L (cm)	P (kg)	P' (kg)	y (cm)	MOR (kg/cm ²)	ELP (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)	mM (g)	m0 (g)	CH (%)
1	5.028	5.21	76.00	733	304.40	0.27	612.26	254.26	175,824.97	61.41	51.38	19.52
2	5.122	5.35	75.60	961	361.30	0.39	744.18	279.78	128,527.31	53.90	45.24	19.14
3	5.191	5.17	75.60	2131	294.90	0.17	1741.66	241.02	266,232.74	85.34	71.61	19.17
4	5.154	5.16	76.00	1872	547.80	0.39	1554.53	454.90	215,139.38	84.13	68.55	22.73
5	5.165	5.17	76.00	555	539.60	0.67	457.59	444.89	123,416.95	60.51	49.45	22.37
6	5.136	5.29	76.00	841	689.70	0.93	666.30	546.43	106,805.58	67.55	55.29	22.17
7	5.07	5.20	75.90	1532	1269.90	0.92	1270.31	1052.98	210,116.98	83.64	68.95	21.31
8	5.229	5.27	75.60	575	153.20	0.21	449.51	119.76	104,992.03	54.13	44.04	22.91
9	2.253	5.21	76.50	1955	648.80	0.41	1572.11	521.73	237,906.98	89.39	72.52	23.26
10	5.21	5.27	76.00	2117	480.50	0.31	1667.25	378.42	225,784.47	83.63	69.34	20.61
11	5.264	5.17	76.10	1248	853.80	0.61	1012.89	692.95	212,644.46	78.02	65.60	18.93
12	5.255	5.30	76.60	677	500.30	0.64	526.17	388.84	112,830.46	60.94	50.12	21.59
13	5.147	5.13	76.00	944	489.30	0.49	795.42	412.29	158,178.67	61.96	51.78	19.66
14	5.262	5.23	76.00	1993	762.10	0.38	1576.74	602.93	292,960.51	90.17	74.50	21.03
15	5.076	5.14	75.60	594	371.00	0.45	502.29	313.72	129,169.30	49.45	41.14	20.20
16	5.287	5.27	75.90	1831	1583.60	1.15	1421.30	1229.26	194,889.87	79.95	64.85	23.28
17	5.264	5.30	76.30	855	671.10	0.80	662.78	520.22	119,153.10	65.29	53.93	21.06
18	5.208	5.20	76.00	613	586.30	0.87	496.62	474.99	101,567.05	60.31	50.20	20.14
19	5.238	5.24	76.00	1198	657.50	0.52	949.58	521.16	185,552.79	83.95	69.78	20.31
20	5.196	5.22	75.60	1926	494.40	0.34	1540.26	395.38	213,804.90	76.71	65.45	17.20
Prom.	5.04	5.23	75.97	1257.55	612.98	0.55	1010.99	492.30	175774.93	71.52	59.19	20.83

Fuente: Ensayo del Laboratorio, 2020.

Donde:

a=Ancho de la Probeta (cm)

e=Espesor de la probeta (cm)

L=Distancia entre soportes, luz de la probeta (cm)

P=Carga máxima (kg)

P'=Carga al límite proporcional (kg)

y=Deflexión en el centro de luz al límite proporcional (cm)

MOR=Módulo de ruptura (kg/cm²)

MOE=Módulo de elasticidad (kg/cm²)

ELP=Esfuerzo de la fibra al límite proporcional (kg/cm²)

mM=Masa inicial, masa a un contenido de humedad "M" (kg)

m0=Masa anhidrida, masa final (kg)

CH=Contenido de humedad (%)

4.3.2. Compresión Paralela

CUADRO N° 13. Datos de ensayos de resistencia a la compresión paralela

Prob.	a (cm)	e (cm)	Dist. (cm)	P (kg)	P' (kg)	y (cm)	RM (kg/cm ²)	ELP (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)	mM (g)	m0 (g)	CH (%)
1	2.48	2.42	5	260	2421.00	0.0243	438.34	405.04	83,342.43	11.58	10.04	15.34
2	2.45	2.49	5	2514	2443.40	0.0269	412.27	400.69	74,477.85	11.30	9.77	15.66
3	2.50	2.43	5	1874	1458.70	0.0316	308.48	240.12	37,992.92	12.18	10.50	16.00
4	2.49	2.46	5	2366	2180.70	0.0214	385.79	355.58	83,078.45	11.18	9.67	15.62
5	2.50	2.50	5	5528	5645.70	0.0229	885.54	875.56	191,170.83	15.69	13.80	13.70
6	2.45	2.42	5	2051	1734.60	0.0182	344.94	291.71	80,139.19	10.69	9.23	15.82
7	2.48	2.47	5	4951	3092.90	0.0077	807.92	504.71	327,732.46	14.58	12.77	14.17
8	2.44	2.45	5	4865	2858.90	0.0037	812.49	477.46	645,211.23	14.30	12.51	14.31
9	2.47	2.49	5	4597	2953.40	0.0060	747.14	480.01	400,008.23	14.46	12.63	14.49
10	2.43	2.51	5	4430	2487.20	0.0061	725.72	407.45	333,974.71	14.50	12.70	14.17
11	2.47	2.48	5	2378	1417.70	0.0063	388.36	231.53	183,755.49	11.20	9.72	15.23
12	2.49	2.48	5	5182	2923.80	0.0050	839.84	473.85	473,854.00	16.16	14.18	13.95
13	2.34	2.45	5	2570	1585.60	0.0048	447.33	275.99	287,480.17	11.08	9.61	15.30
14	2.44	2.39	5	2704	1716.30	0.0023	465.22	295.29	641,935.60	12.28	10.64	15.41
15	2.41	2.45	5	2191	1463.70	0.0029	371.37	248.09	427,747.91	11.78	10.17	15.83
16	2.40	2.48	5	4664	2902.10	0.0036	783.89	487.76	677,447.22	14.49	12.73	13.83
17	2.46	2.44	5	2167	1276.70	0.0058	361.91	213.22	183,811.79	12.30	10.62	15.82
18	2.49	2.43	5	3323	3055.70	0.0055	550.77	506.46	460,421.83	15.52	13.60	14.12
19	2.47	2.45	5	6747	3394.80	0.0084	949.70	560.99	333,924.87	15.67	13.73	14.13
20	2.47	2.42	5	2754	1748.50	0.0044	460.91	292.63	332,531.99	11.80	10.22	15.46
Prom.	2.46	2.46	5.00	3405.80	2438.07	0.01	574.40	401.21	313001.96	13.14	11.44	14.92

Fuente: Ensayo del Laboratorio, 2020.

Donde:

a=Ancho de la Probeta (cm)

e=Espesor de la probeta (cm)

Dist.=Longitud de la probeta (cm)

y=Deflexión en el centro de la probeta al límite, proporcional (cm)

P=Carga máxima (kg)

P'=Carga al límite proporcional (kg)

y=Deflexión en el centro de luz al límite proporcional (cm)

MOR=Módulo de ruptura (kg/cm²)

MOE=Módulo de elasticidad (kg/cm²)

ELP=Esfuerzo de la fibra al límite proporcional (kg/cm²)

mM=Masa inicial, masa a un contenido de humedad "M" (kg)

m0=Masa anhidra, masa final (kg)

CH=Contenido de humedad (%)

CUADRO N° 14. Datos de ensayo de resistencia a la compresión perpendicular

Prob.	a (cm)	e (cm)	P' (kg)	A (cm ²)	ELP (kg/cm ²)	mM (g)	m0 (g)	CH (%)
1	5.01	4.86	2353.00	24.34	96.68	55.21	46.72	18.17
2	5.08	5.05	5523.00	25.67	215.12	74.16	63.75	16.33
3	5.06	5.07	2107.00	25.67	82.08	55.40	46.87	18.20
4	5.08	5.08	3720.00	25.80	144.21	54.23	45.62	18.87
5	4.98	5.00	6115.00	24.92	245.39	76.58	65.66	16.63
6	40.98	4.92	5681.60	24.58	231.15	75.13	64.4	16.66
7	5.00	4.97	5890.30	24.87	236.80	77.09	66.29	16.29
8	5.00	5.01	6239.60	25.03	249.29	79.43	68.58	15.82
9	4.96	4.98	6096.50	24.72	246.62	77.58	67.17	15.50
10	5.01	4.95	5789.00	24.79	233.52	75.84	65.03	16.62
11	5.05	5.01	5428.00	25.27	214.80	81.74	70.39	16.12
12	5.07	5.05	2411.50	25.61	94.17	58.53	49.53	18.17
13	5.01	5.03	5148.00	25.19	204.37	78.69	68.01	15.70
14	5.05	4.96	2498.40	25.05	99.74	58.09	49.06	18.41
15	5.04	4.99	5466.00	25.17	217.12	81.59	70.19	16.24
16	4.99	5.02	5938.00	25.02	237.28	77.75	66.88	16.25
17	5.04	5.02	6418.10	25.30	253.72	81.87	70.67	15.85
18	5.03	4.96	3159.80	24.95	126.63	58.34	49.38	18.14
19	5.03	5.02	5873.30	25.25	232.65	82.80	71.66	15.55

Donde:

a=Ancho de la Probeta (cm)

e=Espesor de la probeta (cm)

P'=Carga al límite proporcional (kg)

A=Superficie impresa sobre la probeta por la pieza de presión medida (cm²)

ELP=Esfuerzo de la fibra al límite proporcional (kg/cm²)

mM=Masa inicial, masa a un contenido de humedad "M" (kg)

m0=Masa anhidrida, masa final (kg)

CH=Contenido de humedad (%)

CUADRO N° 15. Datos de ensayo de resistencia al cizallamiento

Prob.	a (cm)	e (cm)	A (cm ²)	P' (kg)	CZ (kg/cm ²)	mM (g)	m0 (g)	M (%)
1	5.36	5.15	27.61	1756	63.6	36.15	30.97	16.73
2	5.56	5.17	28.77	4179	145.3	42.01	36.23	15.95
3	5.41	5.19	28.08	4097	145.9	46.6	40.39	15.38
4	5.20	5.09	26.48	2161	81.6	29.37	25.2	16.55
5	5.35	5.10	27.26	2723	99.89	34.86	29.53	18.05
6	5.39	5.08	27.38	3592	131.20	44.61	38.84	14.86
7	5.26	5.02	26.43	2976	112.60	33.65	28.97	16.15
8	5.31	5.21	27.67	4079	147.44	47.49	41.41	14.68
9	5.21	5.17	26.96	4032	149.55	40.48	35.12	15.26
10	5.31	5.21	27.70	3638	131.33	48.42	41.90	15.56
11	5.41	5.21	28.20	3911	138.71	49.15	42.53	15.57
12	5.34	5.25	28.00	5161	184.30	44.58	38.67	15.28
13	5.36	5.07	27.21	2118	77.83	31.44	26.79	17.36
14	5.33	5.24	27.88	3792	136.00	46.41	39.94	16.20
15	5.31	4.98	26.45	4060	153.50	53.56	46.43	16.36
16	5.41	5.11	27.63	2490	90.12	34.85	29.76	17.10
17	5.09	5.41	27.51	2722	98.96	35.19	30.20	16.52
18	5.37	5.27	28.33	4120	145.45	50.33	43.48	15.75
19	5.28	5.11	26.98	2937	108.86	34.41	29.58	16.33
Prom.	5.33	5.16	27.50	3397.05	123.27	41.24	35.58	16.09

Fuente: Ensayo del Laboratorio, 2020.

Donde:

a=Ancho de la Probeta (cm)

e=Espesor de la probeta (cm)

A=Superficie del plano en que se produce cizallamiento (cm²)

P'=Carga máxima soportada por la probeta (kg)

CZ=Resistencia al cizallamiento (cm²)

mM=Masa inicial, masa a un contenido de humedad "M" (kg)

m0=Masa anhidrida, masa final (kg)

M=Contenido de humedad (%)

CAPÍTULO V: DISCUSION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

DISCUSIONES

Tras describir y analizar los diferentes resultados obtenidos de la “PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA “QUINILLA” MANILKARA BIDENTATA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN ESTADO VERDE, IQUITOS 2019”, se procedió a realizar unas discusiones y conclusiones que sirvan para consolidar lo que se obtuvo en relación a la línea de investigación para futuras investigaciones.

En el objetivo general que se planteó en esta investigación, incluía determinar las propiedades físicas y mecánicas de la madera Quinilla Colorada “*Manilkara Bidentata*”, centrando la discusión en aquellos aspectos con más relevancia, más relevantes que se han extraído de los resultados obtenidos, dado que no disponemos de elementos específicos de comparación con los que contrastar nuestros resultados y nuestras aportaciones.

- Respecto a las propiedades físicas de la madera en estudio, **Del Águila, 2011** (4), sostiene que las plantaciones con diferentes distanciamientos de siembra, presentan mayor incremento en altura (plantas sembradas con distanciamiento de 2m x 1m) con 3,8 metros y para la altura fue t5 (plantas sembradas con distanciamiento de 2m x 5m) con 3,6 milímetro. Por lo que se tendría una gran diferencia respecto al árbol de Quinilla Colorada con lo que se desarrolló esta tesis, que fue extraída de la selva.
- En el **CUADRO N° 7**, se presentan los valores de contracción promedios obtenidos de las 20 probetas de Quinilla “*Manilkara Bidentata*” sometidas al ensayo. Así mismo los valores de Contracción de tangencial es de 5.55%, Contracción radial 5.00 y finalmente la Contracción volumétrica de 10.85 % Según

clasificación y según los valores promedios obtenidos, presenta contracciones Tangencial y radial Muy Alta, así embargo la Contracción difiere respecto a lo que describe el compendio de información técnica de las 32 especies forestales Tomo II. (19). En otro contexto, sin embargo, se encuentra dentro del rango de propiedades físicas que presenta esta madera. Según los resultados obtenidos en este estudio, se hace una comparación clara respecto a otra madera de uso frecuente en la construcción, **Campos Wellmann,2015** (1) clasificó la madera de raleo y de corta final por sus propiedades físicas y mecánicas, proponiendo posibles usos para la madera de *Pinus maximinoi* H. E. Moore, demostrando diferencias significativas para la madera de raleo y de corta final entre los estados verde y seco y para la parte o sección del fuste (zona central y zona de la periferia). Se coincide con el investigador, respecto al estudio de ambas maderas, aunque son completamente diferentes, la madera proveniente del duramen y la albura, no presentan el mismo comportamiento en sus propiedades en estado verde y en estado seco. Para obtener madera estructural se recomienda el desrame de los árboles, ya que de esta forma, se garantiza la ausencia de nudos en la madera aserrada, pues éstos disminuyen la resistencia de la madera a los esfuerzos aplicados.

CONCLUSIONES

Para el cumplimiento del objetivo general del proyecto de investigación denominado “PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA “QUINILLA” MANILKARA BIDENTATA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN ESTADO VERDE, IQUITOS 2019” se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de la madera en estudio, y contribuir a generar información tecnológica y reciente para su uso en la construcción.

- La densidad Básica de la madera en estudio “Manilkara Bidentata”, pertenece al Grupo B, con Densidad Básica que oscila entre 0,56 a 0,70 g/cm³. Las maderas estructurales de densidad alta y muy alta pueden ser trabajadas en estado verde para facilitar su clavado y labrado. (NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN, 2018). La explicación de encontrar estos valores superiores de densidad básica en la base, se debería a que el árbol tiene esas propiedades, debido a que necesita soportar los esfuerzos producto de factores externos como viento, por lo que produce madera más densa para su soporte desde su base.
- Según los valores obtenidos, la Contracción de tangencial es de 5.55%, Contracción radial 5.00 y finalmente la Contracción volumétrica de 10.85 %. Por clasificación y según los valores promedios obtenidos, presenta contracciones Tangencial y Radial Muy Alta, sin embargo la Contracción Volumétrica es Muy Baja, estos resultados demuestran ser proporcionales al descenso de su contenido de humedad, de acuerdo a la disminución de la madera en su estado verde. Esto según el cuadro N°5 del Rango de clasificación de las maderas según sus propiedades físicas (Aróstegui Vargas & Baluarte V. (1991).
- La flexión estática (MOR=Módulo de Rotura), es de 1,006.64 kg/cm². El Rango de clasificación de las maderas según sus

propiedades físicas y mecánicas, realizadas por Arostegui Vargas & Baluarte V (1991) esta madera pertenece al Grupo IV, con una flexión estática ≥ 901 , Considerándola como Muy Alta.

- La resistencia máxima promedio de la compresión paralela, es de 574.35 kg/cm², por lo que según la tabla N° 05, en el Rango de clasificación de las maderas según sus propiedades físicas y mecánicas, realizadas por Arostegui Vargas & Baluarte V.1991, se le considera Muy Alta. Entendiendo que para trabajar esta madera, se requerirá de mayor esfuerzo, debido a su alta resistencia.
- La compresión perpendicular (ELP=Esfuerzo de la fibra al límite proporcional) promedio de las 20 probetas ensayadas, es de 192.70 (kg/cm²), por lo que se considera Muy Alta, según el cuadro N°5 del Rango de Clasificación de las Maderas Según sus Propiedades Físicas y Mecánicas, realizadas por Aróstegui Vargas & Baluarte V.1991.
- El ensayo de cizallamiento, arrojó un resultado promedio de 123.43 kg/cm², por lo que se clasifica Muy Alto, debido a que se obtuvo un resultado promedio ≥ 121 , según el cuadro N°5 del Rango de clasificación de las maderas según sus propiedades físicas y mecánicas, realizadas por Aróstegui Vargas & Baluarte V.1991.

RECOMENDACIONES

- De los resultados obtenidos, se recomienda la madera *Manilkara Bidentata*, “Quinilla Colorada”, como material apto para su uso en la construcción, por presentar duramen con alto grado de resistencia al ataque de hongos, insectos y termites, así mismo, por presentar también una estructura de densidad alta y muy alta que pueden ser trabajadas en estado verde para facilitar su clavado y labrado.
- Se recomienda realizar estudios de otras especies maderables de la selva peruana, enfocadas en esta materia, que permitan orientar sus aplicaciones y usos en la construcción, para así, aprovechar la ventaja de sus propiedades, sobre todo si los resultados muestran un alto porcentaje de resistencia que las clasifique aptas, reduciendo sus limitaciones e insertándolas como parte del mercado, y en su consecuencia realizar un aprovechamiento sostenible de su estructura.
- Se recomienda que todo estudio relacionado a maderas, cuente con la identificación botánica previa de la especie forestal para la confiabilidad de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Confederación Peruana de la Madera. CPM. *Compendio de información Técnica de las 32 Especies Forestales Tomo II*. Lima : CITEMadera, 2008. Vol. Tomo II.
2. Campos Wellmann, Christian Alberto. "*Determinación de Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera de Pinus Maximinoi H. E. Moore; Cobán, Alta Verapaz*". Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Universidad Rafael Landívar. Verapaz : s.n., 2015. pág. 205, El Título de Ingeniero Forestal con Énfasis en Silvicultura y Manejo de Bosques en el Grado Académico de Licenciado.
3. Pérez Ortega , Álvaro. "*Comparación de ensayos a compresión de madera estructural mediante norma UNE y norma ASTM*". Escuela técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid-Campus de Palencia. Palencia : s.n., 2014. pág. 92, Tesis para optar el título de Máster en Ingeniería de Montes.
4. Cabanillas Lomas, Merly. "*Comportamiento Tecnológico de la Madera del Fuste de Eschweilera Grandiflora (Aubl) Sandwith. "Machimango Negro", Basado en el Conocimiento de la Estructura Anatómica del Xilema de la Rama. Iquitos*". Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana . Iquitos : s.n., 2014. Tesis .
5. Del Águila Panduro, Jackson. "*Crecimiento inicial de "quinilla" Manilkara bidentata en plantaciones con diferentes distanciamientos de siembra. Puerto Almendras, Loreto, Perú.*". Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 2012. pág. 64, Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal.
6. Guevara Aguilar , Erick Frank. "*Propiedades físico - mecánicas de Heteropsis flexuosa "alambre tamshi", Thoracocarpus bissectus*

"cesto tamshi" y *Desmoncus polyacanthos*". Facultad de Ingeniería Forestal , Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos : s.n., 2011. pág. 74, Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal.

7. Loja Yhuaraqui, Winder. "*Potencial maderable de un bosque de colina baja mediante el censo forestal de la comunidad nativa San Antonio, Río Pintuyacu - Alto Nanay, Loreto, Perú*". Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana - UNAP. Iquitos : s.n., 2011. pág. 80, Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal.
8. Torres Medina, Flor de Liana Carolina. "*Evaluación de las propiedades físico mecánicas de la especie Pino chuncho (Schizolobium amazonicum Huber ex Ducke) proveniente de plantaciones del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt-Ucayali*". Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima : s.n., 2009. pág. 141, Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal.
9. Pantigoso García, José Armando . "*Propiedades físicas y mecánicas de la Capirona (calycophyllum Spruceanum (benth) hook ex schumann) procedente de una plantación experimental en San Alejandro Ucayali - Perú*". Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina . Lima : s.n., 2009. pág. 140, Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal .
10. "*Propiedades físicas y mecánicas de la madera en Quercus Laeta Liemb de El Salto, Durango*". Nájera Luna, Juan Abel, y otros. 003, El Fuerte : s.n., 3 de Septiembre-Diciembre de 2005, Ra Ximhai, Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, Vol. 1, págs. 559-576.
11. Veintemilla del Águila, Susana. "*Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera Capirona*". Facultad de Ingeniería Civil , Universidad Nacional de Ingeniería . 2004.

12. Mera Farias, Luis Alberto. "*Clasificación Estructural de la Madera "Capirona" Calycophyllum Spruceanum*". Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería . Lima : s.n., 2002. pág. 426, Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil.
13. Aróstegui , A. y Sato , A. "*Estudio de las Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera de 16 Especies Forestales del Perú*". Facultad de Ciencias Forestales - CEDINFOR. 1970. Proyecto de Investigación IIAP.
14. *La Quinilla Colorada "N. C.Manilkara bidentata"*. Amazonia Guia Ilustrada de Flora y Fauna.
15. Spichiger , Rodolphe , y otros. *Contribución a la flora de la Amazonia Peruana: Los árboles del Arbolétum Jenaro Herrera*. 1990. pág. 381 de 565. Vol. 2.
16. ARQHYS, Equipo de colaboradores y profesionales de la Revista. ARQHYS.com. *Historia de la madera*. [En línea] 9 de Setiembre de 2018. <https://www.arqhys.com/contenidos/madera-historia.html>.
17. *Madera en la construcción: Estética y sostenibilidad en un único material*. Promateriales. [ed.] Werzalit España-Portugal S.L. 15 de setiembre de 2016, promateriales, pág. 92.
18. Coronel, Eduardo O,. "*Variación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de especies nativas y cultivadas en el Chaco Argentino*". Instituto de Tecnología de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales dela Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero, Argentina : Instituto de Tecnología de la Madera, 1994. pág. 15, Proyecto de Investigación .
19. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN. NORMA E.010 - MADERA. *Agrupamiento de Maderas*. Lima : s.n., 2018.
20. "*La valoración contingente de dos proyectos de desarrollo del Jardín Botánico de Valencia: efecto de la información de la diversidad de*

aves y de factores socioeconómicos y actitudinales". De Nóbrega Suárez , José Renato y Amparo Caula, Sabina. s.l. : Editorial Científica Universitaria. Ibarra Ecuador, Enero de 2005, FACES, pág. 13.

21. *"Designing an integrated knowledge base to support ecosystem services valuation"*. Villa, Fernandino, y otros. 3, Pittsburgh, PA, USA : Ecological Economics, 9 de Enero de 2002, ELSEVIER:Ecological Economics, Vol. 41, págs. 445-456.

22. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA - INEI. Loreto. *Resultados Definitivos de los Censos Nacionales 2017*. [En línea] Octubre de 2018. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1561/.

23. Blasco, N, y otros. *Selección de proyectos de inversión pública aislados con impacto ambiental*. 1994. Documento de Trabajo.

24. Davis, R. K. *The Value of Outdoor Recreation: An Economic Study of the Maine Woods*. Harvard University. 1963. PhD Thesis.

25. *Economics of Outdoor*. Clawson, Marion y Knetsch, Jack L. . [ed.] Robert C. Lucas. 4, s.l. : Regentes de la Universidad de Nuevo México en nombre de su Facultad de Derecho, Octubre de 1968, Diario de recursos naturales, Vol. 8, págs. 738-743.

26. *Índices de Precios y Cambio de Calidad. Estudios en Nuevos Métodos de Medición*. Griliches, Zvi. [ed.] FG Forsyth. 1, 1973, Revista de la Real Sociedad de Estadística. Serie A (General), Vol. 136, págs. 113-115.

27. WIKIPEDIA. WIKIPEDIA, La Enciclopedia Libre. [En línea] [Citado el: 13 de Febrero de 2019.] <https://es.wikipedia.org/wiki/Plaza>.

28. Matínez Añazco, Claudio Enrique. *"Valoración económica de áreas verdes urbanas de uso público en la Comuna de la Reina"*.

Departamento de Posgrado y Postítulo, Universidad de Chile. Santiago de Chile : s.n., 2004. pág. 131, Tesis Maestría.

29. Croitoru, Lelia. *Valuing Forest Public Goods and Externalities: An Application to Mediterranean Forests*. Barcelona : s.n., 2004. Paper presented at the Proceedings of the 2nd Latin American Symposium on Forest Management and Economics.
30. "Economic valuation of re-creational benefits from Danish forests" en *Stephan Dabbert, Alex Dubgaard y Louis Slangen (eds.)*. Dubgaard, Alex. Wallingford, cab International : s.n., 1998, *The Economics of Landscape and Wildlife Conservation*, págs. pp 53-64.
31. "Economic returns from forest conversion in the Peruvian Amazon". Jipp, Peter , Pinedo-Vasquez, Miguel y Zarin , Daniel. 2, 1992, *Ecological Economics*, Vol. 6, págs. pp. 163-173.
32. "Servicios de los ecosistemas: Beneficios que la sociedad recibe de los ecosistemas naturales". Daily; Gretchen C; Susan Alexander; Paul R. Ehrli; Larry Goulder,; Jane Lubchenco; Pamela A.; Matson;. Núm 1997, *Tópicos en ecología*, Vol. Vol. 2, pág. pp.16.
33. *Usos Probables de las Maderas de 20 especies, del Departamento de Loreto*. Arostegui Vargas, Antonio y Baluarte V. , Juan Rommel. Iquitos : s.n., 1991, *FOLIA AMAZONICA IIAP*, Vol. Volumen N°03.
34. Municipalidad Provincial de Maynas; Plan de Desarrollo Urbano de La Ciudad de Iquitos; Corporacion Andina de Fomento; Centro Interuniversitario ABITA, Sede Università Degli Studi Di Firenze Italia; Asociación Civil, ABITA Perú;. "PLAN DE DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE DE IQUITOS 2011-20201". Iquitos : s.n., 2011. Vol. TOMO I.
35. "Manual de diseño para maderas del grupo Andino" . JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA . [ed.] Edición del Grupo Andino. Lima, Perú : s.n., 1984. págs. 15, 21-23.

4. ANEXOS

**ANEXO N° 1. MATRIZ DE
CONSISTENCIA DEL PROYECTO**

TÍTULO: “PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA “QUINILLA” MANILKARA BIDENTATA ”.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>General:</p> <p>¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de la madera “Quinilla” Manilkara Bidentata?</p> <p>Específicos:</p> <p>1. ¿Cuáles son las propiedades físicas de la madera “Quinilla” Manilkara Bidentata?</p> <p>2. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de la madera “Quinilla” Manilkara Bidentata?</p>	<p>General:</p> <p>Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la madera “Quinilla” Manilkara Bidentata y contribuir a generar información tecnológica y reciente para su uso en la construcción.</p> <p>Específicos:</p> <p>1. Determinar las propiedades físicas de la madera “Quinilla” Manilkara Bidentata.</p> <p>2. Determinar las propiedades mecánicas de la madera “Quinilla” Manilkara Bidentata.</p>	<p>El conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de la madera “Quinilla” Manilkara Bidentata, permite inferir en el comportamiento y el uso de misma como material de construcción en estado verde”</p>	<p>X1: Variable independiente 1:</p> <p>Propiedades físicas de la madera “Quinilla” Manilkara Bidentata</p> <p>X2: Variable Independiente 2:</p> <p>Propiedades mecánicas de la madera “Quinilla” Manilkara Bidentata .</p>	<p>-Determinación del Contenido de Humedad.</p> <p>-Determinación de la Densidad.</p> <p>-Determinación de la Compresión Axial o Paralela al Grano.</p> <p>-Determinación de la Compresión Perpendicular al Grano.</p> <p>-Determinación de la Flexión Estática.</p> <p>-Determinación del Corte o Cizallamiento.</p> <p>-Determinación del módulo de elasticidad.</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>El tipo de investigación es descriptivo, porque se determinarán las propiedades físicas y mecánicas de la madera “Quinilla” Manilkara Bidentata, se detallarán y mencionarán otros componentes y características a fin de realizar el análisis del estado de las mismas, recogiendo información y datos necesarios de forma independiente sobre cada variable.</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>El diseño de investigación es No experimental – Transeccional descriptivo. Las investigaciones a la madera “Quinilla” Manilkara Bidentata, se realizarán sin manipular las variables, estudiándolos tal cual.</p>

<p>3. ¿Cuáles son los valores para los esfuerzos admisibles de diseño en estas maderas en estado verde?</p>	<p>3. Proponer los valores para los esfuerzos admisibles de diseño en estas maderas en estado verde.</p>				<div style="border: 1px solid black; width: fit-content; margin: 0 auto; padding: 2px;"> <p style="margin: 0;">M O</p> </div> <p>Donde:</p> <p>M : Muestra con quien o en quien se va realizar el estudio</p> <p>O : Observación a las variables, información relevante o de interés dela muestra.</p>
---	--	--	--	--	---

ANEXO N° 2. RESULTADOS DE LABORATORIO

III. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

El solicitante del servicio proporcionó al Laboratorio de Materiales e Insumos del CITEmadera cinco muestras de madera por cada ensayo de las que se obtuvieron determinados números de probetas en cada caso. En el Cuadro 1 se describen las características de las probetas, así como los ensayos a los que fueron sometidas. Las fotos de las mismas se pueden apreciar en las Figuras 1 a 5.

Cuadro 1. Protocolo asignado, descripción del producto y servicio solicitado.

Descripción del producto	Servicio solicitado	Nº de probetas obtenidas
Muestras de madera para ensayos de propiedades físicas (humedad, densidad, contracción) de dimensiones 3 cm x 3 cm x 10 cm.	<ol style="list-style-type: none"> Densidad de la madera (estado verde, seca al aire, anhidra y básica) Contracción de la madera (radial, tangencial, volumétrico) Medición del contenido de humedad - Método gravimétrico 	20
Muestras de madera para ensayo de flexión estática de dimensiones 5 cm x 5 cm x 76 cm.	<ol style="list-style-type: none"> Flexión estática en madera 	20
Muestras de madera para ensayo de compresión paralela de dimensiones 5 cm x 5 cm x 20 cm.	<ol style="list-style-type: none"> Compresión paralela a las fibras en madera 	20
Muestras de madera para ensayo de compresión perpendicular de dimensiones 5 cm x 5 cm x 15 cm.	<ol style="list-style-type: none"> Compresión perpendicular a las fibras en madera 	19
Muestras de madera para ensayo de cizallamiento de dimensiones 5 cm x 5 cm x 6.5 cm.	<ol style="list-style-type: none"> Cizallamiento paralelo al grano en madera 	19



- El (Los) resultado(s) del presente informe solo son válidos para el (los) producto(s) ensayado(s)
- El informe de ensayo es válido en formato original impreso a color con la firma del (los) responsable(s) del Laboratorio del CITEmadera.
- El presente informe de ensayo no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad del cliente.
- La adulteración del presente documento, ya sea parcial o total, es penalizado por el artículo 427° del Código Penal



Figura 1. Probetas para ensayos de propiedades físicas (humedad, densidad y contracción).



Figura 2. Probetas para ensayos de flexión estática.



- El (Los) resultado(s) del presente informe solo son válidos para el (los) producto(s) ensayado(s)
- El Informe de ensayo es válido en formato original impreso a color con la firma del (los) responsable(s) del Laboratorio del CITEmadera.
- El presente informe de ensayo no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad del cliente.
- La adulteración del presente documento, ya sea parcial o total, es penalizado por el artículo 427° del Código Penal



Figura 3. Probetas para ensayos de compresión paralela.



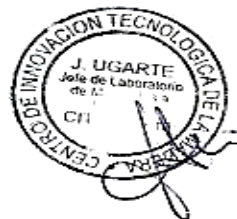
Figura 4. Probetas para ensayos de compresión perpendicular.



- El (Los) resultado(s) del presente informe solo son válidos para el (los) producto(s) ensayado(s)
- El Informe de ensayo es válido en formato original impreso a color con la firma del (los) responsable(s) del Laboratorio del CITEmadera.
- El presente informe de ensayo no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad del cliente.
- La adulteración del presente documento, ya sea parcial o total, es penalizado por el artículo 427° del Código Penal



Figura 5. Probetas para ensayos de cizallamiento.



- El (Los) resultado(s) del presente informe solo son válidos para el (los) producto(s) ensayado(s)
- El Informe de ensayo es válido en formato original impreso a color con la firma del (los) responsable(s) del Laboratorio del CITEmadera.
- El presente informe de ensayo no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad del cliente.
- La adulteración del presente documento, ya sea parcial o total, es penalizado por el artículo 427° del Código Penal

IV. RESULTADOS

1. Densidad de la madera (estado verde, seca al aire, anhidra y básica).

Se determinaron las diferentes densidades de las piezas de madera según la norma *NTP 251.011. MADERA. Método para determinar la densidad.*

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de la densidad seca al aire con sus respectivos valores de contenido de humedad en porcentaje (%) como referencia; asimismo, se muestran los resultados de las densidades saturada, seca a estufa y básica de las muestras analizadas.

Cuadro 2. Valores de densidad obtenidos para las probetas ensayadas.

N° de probeta	CH seco al aire (%)	Densidad seca al aire (g/cm ³)	Densidad saturada (g/cm ³)	Densidad seca a estufa (g/cm ³)	Densidad básica (g/cm ³)
1	15,48	0,74	1,02	0,70	0,61
2	15,25	0,70	1,02	0,65	0,57
3	15,33	0,72	1,00	0,68	0,59
4	13,47	0,93	1,02	0,86	0,80
5	15,21	0,70	0,98	0,68	0,59
6	13,40	0,91	1,00	0,84	0,79
7	14,75	0,68	0,98	0,63	0,56
8	13,45	0,93	1,03	0,87	0,81
9	15,16	0,70	0,98	0,65	0,57
10	15,09	0,71	1,00	0,66	0,58
11	15,30	0,74	1,03	0,69	0,60
12	15,15	0,69	0,99	0,66	0,56
13	15,25	0,72	0,98	0,68	0,58



- El (Los) resultado(s) del presente informe solo son válidos para el (los) producto ensayado(s)
- El informe de ensayo es válido en formato original impreso a color con la firma del (los) responsable(s) del Laboratorio del CITEmadera.
- El presente informe de ensayo no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad del cliente.
- La adulteración del presente documento, ya sea parcial o total, es penalizado por el artículo 427° del Código Penal

N° de probeta	CH seco al aire (%)	Densidad seca al aire (g/cm ³)	Densidad saturada (g/cm ³)	Densidad seca a estufa (g/cm ³)	Densidad básica (g/cm ³)
14	13,45	0,91	1,01	0,84	0,79
15	13,42	0,93	1,02	0,86	0,80
16	13,53	0,93	1,02	0,87	0,80
17	15,12	0,71	1,03	0,64	0,57
18	15,34	0,74	0,99	0,68	0,60
19	13,56	0,94	1,03	0,87	0,81
20	13,54	0,93	1,02	0,86	0,80

2. Contracción de la madera (radial, tangencial, volumétrica).

Se determinó la contracción de las piezas de madera según la norma *NTP 251.012. MADERA. Método de determinación de la contracción*. En el Cuadro 3 se presentan los resultados en porcentaje (%) de la contracción total obtenida en cada plano de las muestras de madera analizadas, así como de la relación T/R.

Cuadro 3. Valores de contracción total obtenidos para las probetas ensayadas.

N° de probeta	Contracción tangencial (%)	Contracción radial (%)	Contracción volumétrica (%)	Relación T/R
1	9,47	3,23	13,00	2,93
2	5,91	7,77	13,99	0,76
3	9,13	4,35	13,87	2,10
4	4,86	1,89	7,02	2,57
5	4,38	9,61	14,28	0,46
6	4,71	1,97	6,94	2,40
7	5,50	6,02	11,97	0,91
8	4,77	2,01	7,10	2,37
9	5,69	6,21	12,19	0,92

- El (Los) resultado(s) del presente informe solo son válidos para el (los) producto(s) ensayado(s)
- El informe de ensayo es válido en formato original impreso a color con la firma del (los) responsable(s) del Laboratorio del CITEmadera.
- El presente informe de ensayo no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad del cliente.
- La adulteración del presente documento, ya sea parcial o total, es penalizado por el artículo 427° del Código Penal

N° de probeta	Contracción tangencial (%)	Contracción radial (%)	Contracción volumétrica (%)	Relación T/R
10	4,99	7,71	12,99	0,65
11	8,11	4,64	13,07	1,75
12	6,12	8,37	14,84	0,73
13	3,99	9,72	14,08	0,41
14	1,93	4,77	7,03	0,40
15	4,55	2,26	7,11	2,01
16	4,51	2,35	7,16	1,92
17	5,61	6,05	12,04	0,93
18	8,86	4,09	13,28	2,17
19	4,78	2,36	7,45	2,02
20	2,36	4,97	7,61	0,47

3. Medición del contenido de humedad-Método gravimétrico.

Se determinó el contenido de humedad de las piezas de madera según la norma *ASTM D4442-2016: Standard Test Methods for Direct Moisture Content Measurement of Wood and Wood-Based Materials (Method B)* para los ensayos de densidad seca al aire y los ensayos mecánicos.

Los valores en porcentaje (%) determinados para el ensayo de densidad seca al aire se presentan en el Cuadro 2, mientras que los correspondientes a los ensayos mecánicos se encuentran en los Cuadros 4 al 7.

4. Flexión estática en madera.

Se determinó la resistencia a la flexión estática de las piezas de madera según la norma *ASTM D143-2014: Standard Test Methods for Small clear Specimens of Timber*. En el Cuadro 4 se presentan los resultados del ensayo aplicado a las probetas analizadas. En el Anexo 1 se presenta el detalle de los resultados obtenidos.



- El (Los) resultado(s) del presente informe solo son válidos para el (los) producto(s) ensayado(s)
- El Informe de ensayo es válido en formato original impreso a color con la firma del (los) responsable(s) del Laboratorio del CITEmadera.
- El presente informe de ensayo no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad del cliente.
- La adulteración del presente documento, ya sea parcial o total, es penalizado por el artículo 427° del Código Penal

Cuadro 4. Resultados del ensayo de flexión estática.

N° prob.	CH (%)	MOR (kg/cm ²)	ELP (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)
1	19,52	612,26	254,26	175 824,97
2	19,14	744,18	279,78	128 527,31
3	19,17	1741,66	241,02	266 232,74
4	22,73	1554,53	454,90	215 139,38
5	22,37	457,59	444,89	123 416,95
6	22,17	666,30	546,43	106 805,58
7	21,31	1270,31	1052,98	210 116,98
8	22,91	449,51	119,76	104 992,03
9	23,26	1572,11	521,73	237 906,98
10	20,61	1667,25	378,42	225 784,47
11	18,93	1012,89	692,95	212 644,46
12	21,59	526,17	388,84	112 830,46
13	19,66	795,42	412,29	158 178,67
14	21,03	1576,74	602,93	292 960,51
15	20,20	502,29	313,72	129 169,30
16	23,28	1421,30	1229,26	194 889,87
17	21,06	662,78	520,22	119 153,10
18	20,14	496,62	474,99	101 567,05
19	20,31	949,58	521,16	185 552,79
20	17,20	1540,26	395,38	213 804,90

Donde:

MOR = Módulo de ruptura

ELP = Esfuerzo de la fibra al límite proporcional

MOE = Módulo de elasticidad

5. Compresión paralela a las fibras en madera.

Se determinó la resistencia a la compresión paralela de las piezas de madera según la norma *ASTM D143-2014: Standard Test Methods for Small clear Specimens of Timber*. En el Cuadro 5 se presentan los resultados del ensayo aplicado a las probetas analizadas. En el Anexo 2 se presenta el detalle de los resultados obtenidos.



- El (Los) resultado(s) del presente informe solo son válidos para el (los) producto(s) ensayado(s)
- El Informe de ensayo es válido en formato original impreso a color con la firma del (los) responsable(s) del Laboratorio del CITEmadera.
- El presente informe de ensayo no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad del cliente.
- La adulteración del presente documento, ya sea parcial o total, es penalizado por el artículo 427° del Código Penal

Cuadro 5. Resultados del ensayo de compresión paralela a las fibras.

N° prob.	CH (%)	RM (kg/cm ²)	ELP (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)
1	15,34	438,34	405,04	83 342,43
2	15,66	412,27	400,69	74 477,85
3	16,00	308,48	240,12	37 992,92
4	15,62	385,79	355,58	83 078,45
5	13,70	885,54	875,56	191 170,83
6	15,82	344,94	291,71	80 139,19
7	14,17	807,92	504,71	327 732,46
8	14,31	812,49	477,46	645 211,23
9	14,49	747,14	480,01	400 008,23
10	14,17	725,72	407,45	333 974,71
11	15,23	388,36	231,53	183 755,49
12	13,96	839,84	473,85	473 854,00
13	15,30	447,33	275,99	287 489,17
14	15,41	465,22	295,29	641 935,60
15	15,83	371,37	248,09	427 747,91
16	13,83	783,89	487,76	677 447,22
17	15,82	361,91	213,22	183 811,79
18	14,12	550,77	506,46	460 421,83
19	14,13	949,70	560,99	333 924,87
20	15,46	460,91	292,63	332 531,99

Donde:

RM = Resistencia máxima

ELP = Esfuerzo de la fibra al límite proporcional

MOE = Módulo de elasticidad

6. Compresión perpendicular a las fibras en madera.

Se determinó la resistencia a la compresión perpendicular a las fibras de las piezas de madera según la norma *ASTM D143-2014: Standard Test Methods for Small clear Specimens of Timber*. En el Cuadro 6 se presentan los resultados del ensayo aplicado a las probetas analizadas. En el Anexo 3 se presenta el detalle de los resultados obtenidos.



- El (Los) resultado(s) del presente informe solo son válidos para el (los) producto(s) ensayado(s)
- El Informe de ensayo es válido en formato original impreso a color con la firma del (los) responsable(s) del Laboratorio del CITEmadera.
- El presente informe de ensayo no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad del cliente.
- La adulteración del presente documento, ya sea parcial o total, es penalizado por el artículo 427° del Código Penal

Cuadro 6. Resultados del ensayo de compresión perpendicular a las fibras.

N° prob.	CH (%)	ELP (kg/cm ²)
1	18,17	96,68
2	16,33	215,12
3	18,20	82,08
4	18,87	144,21
5	16,63	245,39
6	16,66	231,15
7	16,29	236,80
8	15,82	249,29
9	15,50	246,62
10	16,62	233,52
11	16,12	214,80
12	18,17	94,17
13	15,70	204,37
14	18,41	99,74
15	16,24	217,12
16	16,25	237,28
17	15,85	253,72
18	18,14	126,63
19	15,55	232,65

Donde:

ELP = Esfuerzo de la fibra al límite proporcional

7. Cizallamiento paralelo al grano en madera.

Se determinó la resistencia al cizallamiento paralelo al grano de las piezas de madera según la norma *ASTM D143-2014: Standard Test Methods for Small clear Specimens of Timber*. En el Cuadro 7 se presentan los resultados del ensayo aplicado a las probetas analizadas. En el Anexo 4 se presenta el detalle de los resultados obtenidos.

Cuadro 7. Resultados del ensayo de cizallamiento.

N° prob.	CH (%)	CZ (kg/cm ²)
1	16,73	63,6
2	15,95	145,3
3	15,38	145,9
4	16,55	81,6
5	18,05	99,89
6	14,86	131,20
7	16,15	112,60



- El (Los) resultado(s) del presente informe solo son válidos para el (los) producto(s) ensayado(s)
- El Informe de ensayo es válido en formato original impreso a color con la firma del (los) responsable(s) del Laboratorio del CITEmadera.
- El presente informe de ensayo no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad del cliente.
- La adulteración del presente documento, ya sea parcial o total, es penalizado por el artículo 427° del Código Penal

N° prob.	CH (%)	CZ (kg/cm ²)
8	14,68	147,44
9	15,26	149,55
10	15,56	131,33
11	15,57	138,71
12	15,28	184,30
13	17,36	77,83
14	16,20	136,00
15	15,36	153,50
16	17,10	90,12
17	16,52	98,96
18	15,75	145,45
19	16,33	108,86

Donde:

CZ = Resistencia al cizallamiento

Los resultados reportados en el presente informe aplican solo a la(s) muestra(s) como se recibió (recibieron).

EL INFORME TIENE LA VALIDEZ DE UN AÑO DESDE LA FECHA DE EMISIÓN.

Ing. Sandra Koc Mori

Jefe de Laboratorio y Normalización

Ing. José Ugarte Oliva

Jefe de Laboratorio de Materiales e Insumos

- El (Los) resultado(s) del presente informe solo son válidos para el (los) producto(s) ensayado(s)
- El Informe de ensayo es válido en formato original impreso a color con la firma del (los) responsable(s) del Laboratorio del CITEmadera.
- El presente informe de ensayo no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad del cliente.
- La adulteración del presente documento, ya sea parcial o total, es penalizado por el artículo 427° del Código Penal

V. ANEXOS

IF N°041 2020/CITEmadera

Anexo 1. Datos de ensayo de resistencia a la flexión estática.

Prob.	a (cm)	e (cm)	L (cm)	P (kg)	P' (kg)	y (cm)	MOR (kg/cm ²)	ELP (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)	mM (g)	m0 (g)	CH (%)
1	5.028	5.21	76.00	733	304.40	0.27	612.26	254.26	175,824.97	61.41	51.38	19.52
2	5.122	5.35	75.60	961	361.30	0.39	744.18	279.78	128,527.31	53.90	45.24	19.14
3	5.191	5.17	75.60	2131	294.90	0.17	1741.66	241.02	266,232.74	85.34	71.61	19.17
4	5.154	5.16	76.00	1872	547.80	0.39	1554.53	454.90	215,139.38	84.13	68.55	22.73
5	5.165	5.17	76.00	555	539.60	0.67	457.59	444.89	123,416.95	60.51	49.45	22.37
6	5.136	5.29	76.00	841	689.70	0.93	666.30	546.43	106,805.58	67.55	55.29	22.17
7	5.07	5.20	75.90	1532	1269.90	0.92	1270.31	1052.98	210,116.98	83.64	68.95	21.31
8	5.229	5.27	75.60	575	153.20	0.21	449.51	119.76	104,992.03	54.13	44.04	22.91
9	5.253	5.21	76.50	1955	648.80	0.41	1572.11	521.73	237,906.98	89.39	72.52	23.26
10	5.21	5.27	76.00	2117	480.50	0.31	1667.25	378.42	225,784.47	83.63	69.34	20.61
11	5.264	5.17	76.10	1248	853.80	0.61	1012.89	692.95	212,644.46	78.02	65.60	18.93
12	5.255	5.30	76.60	677	500.30	0.64	526.17	388.84	112,830.46	60.94	50.12	21.59
13	5.147	5.13	76.00	944	489.30	0.49	795.42	412.29	158,178.67	61.96	51.78	19.66
14	5.262	5.23	76.00	1993	762.10	0.38	1576.74	602.93	292,960.51	90.17	74.50	21.03
15	5.076	5.14	75.60	594	371.00	0.45	502.29	313.72	129,169.30	49.45	41.14	20.20
16	5.287	5.27	75.90	1831	1583.60	1.15	1421.30	1229.26	194,889.87	79.95	64.85	23.28
17	5.264	5.30	76.30	855	671.10	0.80	662.78	520.22	119,153.10	65.29	53.93	21.06
18	5.208	5.20	76.00	613	586.30	0.87	496.62	474.99	101,567.05	60.31	50.20	20.14
19	5.238	5.24	76.00	1198	657.50	0.52	949.58	521.16	185,552.79	83.95	69.78	20.31
20	5.196	5.22	75.60	1926	494.40	0.34	1540.26	395.38	213,804.90	76.71	65.45	17.20

Donde:

a = Ancho de la probeta (cm)

e = Espesor de la probeta (cm)

L = Distancia entre soportes, luz de la probeta (cm)

P = Carga máxima (kg)

P' = Carga al límite proporcional (kg)

y = Deflexión en el centro de la luz al límite proporcional (cm)

MOR = Módulo de ruptura (kg/cm²)MOE = Módulo de elasticidad (kg/cm²)ELP = Esfuerzo de la fibra al límite proporcional (kg/cm²)

mM = Masa inicial, masa a un contenido de humedad "M" (kg)

m0 = Masa anhidra, masa final (kg)

CH = Contenido de humedad (%)



Página 13 de 16

Parcela II MZ F, Lt 11-A
Parque Industrial de Villa El Salvador
(Calle Solidaridad, Cuadra 3)- Lima Perú
T: (511) 288-0931 / 287-5059
E-mail: citemadera@itp.gob.pe
Website: <http://citemadera.gob.pe>

- El (Los) resultado(s) del presente informe solo son válidos para el (los) producto(s) ensayado(s)
- El Informe de ensayo es válido en formato original impreso a color con la firma del (los) responsable(s) del Laboratorio del CITEmadera.
- El presente informe de ensayo no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad del cliente.
- La adulteración del presente documento, ya sea parcial o total, es penalizado por el artículo 427° del Código Penal

Anexo 2. Datos de ensayo de resistencia a la compresión paralela.

Prob	a (cm)	e (cm)	Dist (cm)	P (kg)	P' (kg)	y (cm)	RM (kg/cm ²)	ELP (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)	mM (g)	m0 (g)	CH (%)
1	2.48	2.42	5	2620	2421.00	0.0243	438.34	405.04	83,342.43	11.58	10.04	15.34
2	2.45	2.49	5	2514	2443.40	0.0269	412.27	400.69	74,477.85	11.30	9.77	15.66
3	2.50	2.43	5	1874	1458.70	0.0316	308.48	240.12	37,992.92	12.18	10.50	16.00
4	2.49	2.46	5	2366	2180.70	0.0214	385.79	355.58	83,078.45	11.18	9.67	15.62
5	2.50	2.50	5	5528	5465.70	0.0229	885.54	875.56	191,170.83	15.69	13.80	13.70
6	2.45	2.42	5	2051	1734.50	0.0182	344.94	291.71	80,139.19	10.69	9.23	15.82
7	2.48	2.47	5	4951	3092.90	0.0077	807.92	504.71	327,732.46	14.58	12.77	14.17
8	2.44	2.45	5	4865	2858.90	0.0037	812.49	477.46	645,211.23	14.30	12.51	14.31
9	2.47	2.49	5	4597	2953.40	0.0060	747.14	480.01	400,008.23	14.46	12.63	14.49
10	2.43	2.51	5	4430	2487.20	0.0061	725.72	407.45	333,974.71	14.50	12.70	14.17
11	2.47	2.48	5	2378	1417.70	0.0063	388.36	231.53	183,755.49	11.20	9.72	15.23
12	2.49	2.48	5	5182	2923.80	0.0050	839.84	473.85	473,854.00	16.16	14.18	13.96
13	2.34	2.45	5	2570	1585.60	0.0048	447.33	275.99	287,489.17	11.08	9.61	15.30
14	2.44	2.39	5	2704	1716.30	0.0023	465.22	295.29	641,935.60	12.28	10.64	15.41
15	2.41	2.45	5	2191	1463.70	0.0029	371.37	248.09	427,747.91	11.78	10.17	15.83
16	2.40	2.48	5	4664	2902.10	0.0036	783.89	487.76	677,447.22	14.49	12.73	13.83
17	2.46	2.44	5	2167	1276.70	0.0058	361.91	213.22	183,811.79	12.30	10.62	15.82
18	2.49	2.43	5	3323	3055.70	0.0055	550.77	506.46	460,421.83	15.52	13.60	14.12
19	2.47	2.45	5	5747	3394.80	0.0084	949.70	560.99	333,924.87	15.67	13.73	14.13
20	2.47	2.42	5	2754	1748.50	0.0044	460.91	292.63	332,531.99	11.80	10.22	15.46

Donde:

a = Ancho de la probeta (cm)

e = Espesor de la probeta (cm)

Dist. = Longitud de la probeta (cm)

y = Deflexión en el centro de la probeta al límite proporcional (cm)

P = Carga máxima (kg)

P' = Carga al límite proporcional (kg)

RM = Resistencia máxima por compresión axial (kg/cm²)MOE = Módulo de elasticidad (kg/cm²)ELP = Esfuerzo de la fibra al límite proporcional (kg/cm²)

mM = Masa inicial, masa a un contenido de humedad "M" (kg)

m0 = Masa anhidra, masa final (kg)

CH = Contenido de humedad (%)



- El (Los) resultado(s) del presente informe solo son válidos para el (los) producto(s) ensayado(s)
- El Informe de ensayo es válido en formato original impreso a color con la firma del (los) responsable(s) del Laboratorio del CITEmadera.
- El presente informe de ensayo no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad del cliente.
- La adulteración del presente documento, ya sea parcial o total, es penalizado por el artículo 427° del Código Penal

Anexo 3. Datos de ensayo de resistencia a la compresión perpendicular.

Prob.	a (cm)	e (cm)	P' (kg)	A (cm ²)	ELP (kg/cm ²)	mM (g)	m0 (g)	CH (%)
1	5.01	4.86	2353.00	24.34	96.68	55.21	46.72	18.17
2	5.08	5.05	5523.00	25.67	215.12	74.16	63.75	16.33
3	5.06	5.07	2107.00	25.67	82.08	55.40	46.87	18.20
4	5.08	5.08	3720.00	25.80	144.21	54.23	45.62	18.87
5	4.98	5.00	6115.00	24.92	245.39	76.58	65.66	16.63
6	5.00	4.92	5681.60	24.58	231.15	75.13	64.4	16.66
7	5.00	4.97	5890.30	24.87	236.80	77.09	66.29	16.29
8	5.00	5.01	6239.60	25.03	249.29	79.43	68.58	15.82
9	4.96	4.98	6096.50	24.72	246.62	77.58	67.17	15.50
10	5.01	4.95	5789.00	24.79	233.52	75.84	65.03	16.62
11	5.05	5.01	5428.00	25.27	214.80	81.74	70.39	16.12
12	5.07	5.05	2411.50	25.61	94.17	58.53	49.53	18.17
13	5.01	5.03	5148.00	25.19	204.37	78.69	68.01	15.70
14	5.05	4.96	2498.40	25.05	99.74	58.09	49.06	18.41
15	5.04	4.99	5466.00	25.17	217.12	81.59	70.19	16.24
16	4.99	5.02	5938.00	25.02	237.28	77.75	66.88	16.25
17	5.04	5.02	6418.10	25.30	253.72	81.87	70.67	15.85
18	5.03	4.96	3159.80	24.95	126.63	58.34	49.38	18.14
19	5.03	5.02	5873.30	25.25	232.65	82.80	71.66	15.55

Donde:

a = Ancho de la probeta (cm)

e = Espesor de la probeta (cm)

P' = Carga al límite proporcional (kg)

A = Superficie impresa sobre la probeta por la pieza de presión medida (cm²)

ELP = Esfuerzo de la fibra al límite proporcional (kg/cm²)

mM = Masa inicial, masa a un contenido de humedad "M" (kg)

m0 = Masa anhidra, masa final (kg)

CH = Contenido de humedad (%)



- El (Los) resultado(s) del presente informe solo son válidos para el (los) producto(s) ensayado(s)
- El Informe de ensayo es válido en formato original impreso a color con la firma del (los) responsable(s) del Laboratorio del CITEmadera.
- El presente informe de ensayo no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad del cliente.
- La adulteración del presente documento, ya sea parcial o total, es penalizado por el artículo 427° del Código Penal

Anexo 4. Datos de ensayo de resistencia al cizallamiento.

Prob.	a (cm)	e (cm)	A (cm ²)	P (kg)	CZ (kg/cm ²)	mM (g)	m0 (g)	M (%)
1	5.36	5.15	27.61	1756	63.6	36.15	30.97	16.73
2	5.56	5.17	28.77	4179	145.3	42.01	36.23	15.95
3	5.41	5.19	28.08	4097	145.9	46.6	40.39	15.38
4	5.20	5.09	26.48	2161	81.6	29.37	25.2	16.55
5	5.35	5.10	27.26	2723	99.89	34.86	29.53	18.05
6	5.39	5.08	27.38	3592	131.20	44.61	38.84	14.86
7	5.26	5.02	26.43	2976	112.60	33.65	28.97	16.15
8	5.31	5.21	27.67	4079	147.44	47.49	41.41	14.68
9	5.21	5.17	26.96	4032	149.55	40.48	35.12	15.26
10	5.31	5.21	27.70	3638	131.33	48.42	41.90	15.56
11	5.41	5.21	28.20	3911	138.71	49.15	42.53	15.57
12	5.34	5.25	28.00	5161	184.30	44.58	38.67	15.28
13	5.36	5.07	27.21	2118	77.83	31.44	26.79	17.36
14	5.33	5.24	27.88	3792	136.00	46.41	39.94	16.20
15	5.31	4.98	26.45	4060	153.50	53.56	46.43	15.36
16	5.41	5.11	27.63	2490	90.12	34.85	29.76	17.10
17	5.09	5.41	27.51	2722	98.96	35.19	30.20	16.52
18	5.37	5.27	28.33	4120	145.45	50.33	43.48	15.75
19	5.28	5.11	26.98	2937	108.86	34.41	29.58	16.33

Donde:

a = Ancho de la probeta (cm)

e = Espesor de la probeta (cm)

A = Superficie del plano en que se produce cizallamiento (cm²)

P = Carga máxima soportada por la probeta (kg)

CZ = Resistencia al cizallamiento (kg/cm²)

mM = Masa inicial, masa a un contenido de humedad "M" (kg)

m0 = Masa anhidra, masa final (kg)

M = Contenido de humedad (%)



- El (Los) resultado(s) del presente informe solo son válidos para el (los) producto(s) ensayado(s)
- El Informe de ensayo es válido en formato original impreso a color con la firma del (los) responsable(s) del Laboratorio del CITEmadera.
- El presente informe de ensayo no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad del cliente.
- La adulteración del presente documento, ya sea parcial o total, es penalizado por el artículo 427° del Código Penal

ANEXO N° 3. FOTOS DE ENSAYOS



FOTO N° 1. Muestras de para ensayo de Propiedades Físicas, (Humedad, Densidad Básica y Contracción) de medidas de 3cm x 3cm x 10 cm.



FOTO N° 2. Muestras de para ensayo de Flexión Estática, medidas de 5cm x 5cm x 76 cm



FOTO N° 3. Muestras de para ensayo de Compresión Paralela a la fibra, medidas de 5cm x 5cm x 20 cm.



FOTO N° 4. Muestras de para ensayo de Compresión Perpendicular, medidas de 5cm x 5cm x 15 cm.



FOTO N° 5. Muestras de para ensayo de Compresión Perpendicular, medidas de 5cm x 5cm x 6.5 cm.