

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Cociba**

**Factibilidad del uso sostenible de especies maderables en San  
Cristóbal.**

**Julissa Katherine Galarza Haro**

**Gestión Ambiental**

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Licenciatura en Gestión Ambiental

Quito, 17 de junio de 2025

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**  
**Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

**HOJA DE CALIFICACIÓN**  
**DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Factibilidad del uso sostenible de especies maderables en San Cristóbal.**

**Julissa Katherine Galarza Haro**

**Nombre del profesor, Título académico**

**Andrés Pazmiño, PhD**

Quito, 17 de junio de 2025

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Julissa Katherine Galarza Haro

Código: 00326703

Cédula de identidad: 2000048229

Lugar y fecha: San Cristóbal, 30 de mayo de 2025

## ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

## UNPUBLISHED DOCUMENT

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.



## **RESUMEN**

Esta investigación tiene como objetivo general determinar la factibilidad del uso sostenible de las especies maderables en San Cristóbal. Para ello identifica las especies maderables en uso, las ensaya y categoriza según sus propiedades físico-mecánicas, y las analiza según principios de manejo forestal sostenible. Además, el estudio propone una de una guía de buenas prácticas forestales.

Las metodologías utilizadas tienen un enfoque mixto y secuencial-exploratorio. En primer lugar, se realizó el diagnóstico de especies maderables y prácticas a través de encuestas en las carpinterías de la isla San Cristóbal e información documental del Parque Nacional Galápagos y la Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos. A partir de información se realizó un inventario forestal para identificar las especies, uso y características. Posteriormente se ensayaron las propiedades físico-mecánicas de tres especies maderables usadas en Galápagos para categorizarlas según el código ecuatoriano de la construcción con madera. Finalmente se realizó el análisis de sostenibilidad integral basado en el marco legal y teórico para Galápagos. Como resultado de este análisis se define el mejor uso según la resistencia de cada especie analizada y una guía de buenas prácticas forestales para cada una. Así también, se discute las implicaciones de estos hallazgos para las actuales prácticas en la isla y se recomiendan cambios en su manejo.

## **PALABRAS CLAVE**

Especies maderable, matazarno, manzanillo, cedrela, manejo forestal sostenible.

## **ABSTRACT**

This research aims to determine the feasibility of the sustainable use of timber species in San Cristóbal. To this end, it identifies the timber species in use, tests and categorizes them according to their physical and mechanical properties, and analyzes them based on principles of sustainable forest management. In addition, the study proposes a guide of best forestry practices.

The methodologies used follow a mixed and sequential-exploratory approach. First, a diagnosis of timber species and practices was conducted through surveys in carpentry shops on San Cristóbal Island, and through documentary information from the Galápagos National Park and the Agency for Regulation and Control of Biosecurity and Quarantine for Galápagos. Based on this information, a forest inventory was conducted to identify species, uses, and characteristics. Subsequently, the physical and mechanical properties of three timber species used in the Galápagos were tested and categorized according to the Ecuadorian wood construction code. Finally, a comprehensive sustainability analysis was carried out based on the legal and theoretical framework for Galápagos. As a result of this analysis, the best use for each species analyzed was defined according to its strength, and a guide of best forestry practices was developed for each. Additionally, the implications of these findings for current practices on the island are discussed, and changes in management are recommended.

## **KEYWORDS**

Timber species, matazarno, manzanillo, cedrela, forest sustainable management.

## Tabla de Contenido

<b>Introducción.....</b>	<b>9</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>12</b>
Uso clandestino de maderas nativas y endémicas .....	12
Marco Legal en Galápagos.....	13
Conceptos de Manejo Forestal Sostenible .....	20
Categorización De Las Especies Maderables.....	21
Impacto socio Económico .....	22
<b>Objetivo General .....</b>	<b>24</b>
Objetivos específicos .....	24
<b>Metodología .....</b>	<b>25</b>
Fase 1: Diagnostico de especies maderables en uso .....	25
Fase 2: Análisis de sostenibilidad.....	25
Fase 3: Guía de prácticas sostenibles.....	26
<b>Resultados .....</b>	<b>26</b>
Resultados Fase 1.....	26
Resultados Fase 2.....	35
Resultados Fase 3.....	38
<b>Discusión .....</b>	<b>39</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>44</b>
<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>46</b>
<b>Anexo 1: ENCUESTA DE MADERAS MAS USADAS EN ASERRADEROS.....</b>	<b>48</b>
<b>Anexo 2: resultado de ensayos de madera corte paralelo .....</b>	<b>50</b>
<b>anexo 3: flexion de madera .....</b>	<b>52</b>
<b>anexo 4: compresión perpendicular a la fibra en madera.....</b>	<b>55</b>
<b>anexo 5: clivaje de madera .....</b>	<b>65</b>
<b>anexo 6: tracción perpendicular en madera .....</b>	<b>72</b>
<b>anexo 7: compresión paralela a la fibra en madera.....</b>	<b>74</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principios de Manejo Forestal Sostenible _____	20
Tabla 2: Resistencia Mínima por categoría de Especies Maderables según la Norma NEC-11 Capítulo 7 _____	21
Tabla 3: Usos recomendados para cada categoría de madera local en San Cristóbal según la Norma NEC-11 Capítulo 7 _____	21
Tabla 4: Estado actual del manejo de especies maderables en San Cristóbal _____	34
Tabla 5: Resistencia y categorización de especies de madera importadas a Galápagos según el código NEC-11 Capítulo 7 _____	36
Tabla 6: Resistencia y categorización de especies de madera locales de Galápagos según el código NEC-11 Capítulo 7 _____	37
Tabla 7: Comparación entre la resistencia de la <i>Cedrela</i> nativa de Galápagos y la del continente _____	37
Tabla 8: Usos recomendados para las especies maderables analizadas de San Cristóbal _____	38
Tabla 9: Factibilidad de explotación para uso sugerido _____	38
Tabla 10: Guía de buenas prácticas para el manejo sustentable para las especies maderables de San Cristóbal, basadas en los principios de la Tabla 1 _____	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1-Troncos de Matazarno incautados por autoridades ambientales</i> .....	13
<i>Figura 2-Preferencia de madera en carpinterías</i> .....	27
<i>Figura 3- Calificación promedio de las características más relevantes del uso de madera</i> .....	28
Figura 4: Demanda de madera de los últimos 10 años.....	28
Figura 5: Conocimiento de uso de especies maderables locales.....	29
Figura 6: Usos comunes que se daban a las especies actualmente protegidas. ....	30
Figura 7: Tendencia en el uso de maderas sostenibles.....	30
Figura 8: Principal fuente de suministro de madera .....	31
Figura 9: Reto obtención de madera.....	32
Figura 10: Principales retos en la obtención de madera.....	32
Figura 11: Conocimiento de años que necesita la cedrela para ser talada .....	33
<i>Figura 12-Muestra tomada en campo de especies en estudio</i> .....	35
<i>Figura 13-Preparación de corte para ensayos</i> .....	35
<i>Figura 14- Codificación de muestras en estudio</i> .....	36
<i>Figura 15-Muestras sometidas a evaluación en laboratorio</i> .....	36
<i>Figura 16-Análisis físico mecánico de muestras</i> .....	36

## INTRODUCCIÓN

Galápagos es un archipiélago único en el mundo, reconocido por sus altos niveles de endemismo tanto en flora como en fauna; lo cual se puede observar en el gran número de especies registradas que no se encuentran en ningún otro lugar del planeta, y muchas más que se siguen descubriendo. Esto hace de Galápagos un laboratorio natural invaluable para la ciencia. Este archipiélago, de origen volcánico, se encuentra ubicado a unos 1,000 km de la costa ecuatoriana, y desde 1978 ha sido declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO debido a su extraordinaria biodiversidad. Posteriormente, en 1998, la zona marina que rodea las islas fue incorporada a la Reserva Marina de Galápagos, con el objetivo de proteger también los ecosistemas marinos que complementan la riqueza de su flora y fauna terrestre. No obstante, a pesar de su estatus de conservación, las especies no están exentas de amenazas, factores como la intervención humana, la introducción de especies invasoras y el cambio climático constituyen riesgos serios para la biodiversidad del archipiélago. Por ello, es imperativo implementar estrategias de manejo sostenible que permitan preservar tanto la flora como la fauna endémica, garantizando la protección de estos ecosistemas únicos para las generaciones futuras.

En este contexto, una de las industrias de más rápido crecimiento en Galápagos es la construcción, la cual se desarrolla para proveer infraestructura para el turismo y vivienda para la creciente población de Galápagos. Actualmente la construcción utiliza mayormente el hormigón armado como método constructivo, el cual requiere mucha mano de obra y muchos materiales que son traídos desde el continente ecuatoriano. Esto aumenta el riesgo de introducción de especies y, además, consume recursos no renovables como el material pétreo y otros recursos muy limitados de las

islas como el agua. En consecuencia, es necesario buscar tecnologías alternativas de construcción más sostenibles.

En el ámbito internacional se siguen desarrollando tecnologías constructivas sostenibles. Algunas de estas tecnologías incluyen tipos de hormigón capaces de capturar carbono o de permitir el crecimiento de una capa de musgo sobre ellos como aislante térmico y como una medida para hacer paredes verdes que generen oxígeno. Además, se han desarrollado tecnologías constructivas con madera laminada o aglomerada. Las cuales tienen una huella de carbono negativa y requieren menos tecnificación para su fabricación. En Ecuador empresas como Madebu y Aglomerados Cotopaxi ya implementan estas tecnologías con certificaciones ambientales sostenibles.

La implementación de estas tecnologías con madera en Galápagos podría solucionar muchos aspectos del problema de la sustentabilidad de la construcción. Por ello, esta investigación se enfoca en explorar la factibilidad técnica del uso sostenible de especies maderables en la isla San Cristóbal. El objetivo es identificar aquellas especies que están siendo o podrían ser aprovechadas racionalmente considerando su fragilidad ecológica, además de proponer una guía de buenas prácticas forestales adaptadas al medio.

Actualmente, el uso de la madera en Galápagos incluye la importación de madera desde el continente, lo cual también implica un riesgo ecológico por dos razones principales. Por un lado, muchas de las especies utilizadas son traídas desde diferentes ecosistemas del continente ecuatoriano, lo que aumenta el riesgo de introducción y dispersión de especies invasivas. Además, si bien existen protocolos de cuarentena, no se lleva un registro de que estas especies estén siendo manejadas

sustentablemente en su lugar de origen. Por otro lado, no existe información técnica de las propiedades físico-mecánicas de las especies locales ni planes forestales de manejo. A esto se le suma que hay un uso clandestino de especies nativas y endémicas como el *Matazarno* y *Manzanillo*.

En línea con estos hechos, el presente estudio levanta información técnica y empírica de las carpinterías de la isla San Cristóbal, ensaya y categoriza las especies maderables con mayor potencial en San Cristóbal según la norma NEC-11 Capítulo 7 del Código Ecuatoriano de la Construcción (INEN, 2015). Los resultados se usaron como base para implementar guías de manejo forestal sostenible de las especies analizadas en San Cristóbal.

A continuación, la sección de Antecedentes presenta un breve resumen del contexto socio ecológico en el cual se explota la madera en San Cristóbal, detalla el marco legal que regula la explotación de las especies maderables, y resume los principales principios de manejo forestal sostenible. La sección de Objetivos describe los objetivos generales y específicos de esta investigación. Posteriormente, la sección de Métodos explica el proceso de recolección de datos y análisis usados en esta investigación. La sección de Resultados expone los hallazgos de esta investigación y presenta la categorización de la madera según la Norma NEC-11. Subsecuentemente, la sección de Discusión trata sobre las implicaciones de los hallazgos de esta investigación y propone una guía de buenas prácticas forestales. Finalmente, la sección de conclusión presenta recomendaciones finales para el manejo sostenible de las tres especies analizadas.

## ANTECEDENTES

A lo largo de estos últimos años el crecimiento tanto de población, como del turismo han influido en el incremento de la demanda mobiliaria y ante la limitada disponibilidad de recursos forestales, locales se ha vuelto común importar desde el continente ecuatoriano. En este contexto existen especies maderables importadas del continente las cuales son apreciadas por su resistencia, durabilidad y valor estético que representa una solución práctica, reduciendo la presión sobre los recursos vegetales endémicos. Sin embargo, este flujo de materiales desde el continente hacia un ecosistema tan frágil genera preocupación debido que plantea riesgos relacionados con la bioseguridad al mismo tiempo terminan con provocar desequilibrios ecológicos severos. Estos antecedentes demuestran la necesidad de evaluar si los protocolos existentes son suficientes para garantizar la sostenibilidad y seguridad ambiental del archipiélago.

### **Uso clandestino de maderas nativas y endémicas**

Actualmente la tala y uso de especies nativas y endémicas como el Matazarno y el Manzanillo se encuentran prohibidas. Sin embargo, en el pasado estas especies eran usadas por la población local para la construcción de viviendas, muebles y embarcaciones. A pesar de las restricciones y control por parte de las autoridades, hoy en día aún persiste su uso clandestino. En junio del 2024 sale a la luz el caso de la extracción ilegal de la especie Matazarno, *Piscidia carthagenencis* en la que la DPNG y la Unidad Ambiental encontraron 26 troncos de Matazarno en una finca de la Isla Santa Cruz, misma que culmina en octubre del 2024 con una condena de 3



años de prisión por tenencia ilegal de la especie, esta sentencia es un recordatorio de la importancia de preservar la flora y fauna única de Galápagos.



*Figura 1-Troncos de Matazarno incautados por autoridades ambientales  
. Fuente: cuenta de X @parque Galápagos*

Paradójicamente pese a la importancia de las especies maderables importadas, nativas y endémicas, no existe un estudio con información técnica sobre su manejo sustentable dentro de la industria de la construcción.

### **Marco Legal en Galápagos**

Galápagos se rige por la Ley Orgánica del Régimen Especial de la provincia de Galápagos – LOREG que regula las actividades antropológicas dentro de las islas además de esto existe la Dirección del Parque Nacional Galápagos que se encarga de administrar las áreas protegidas, marinas y terrestres (Asamblea Nacional del Ecuador 2015).

Las instituciones involucradas trabajan de manera conjunta para garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales de las islas. Por tal razón las autoridades locales y nacionales abordan las infracciones a las leyes y las consecuencias legales por la explotación de especies maderables, las mismas que se detallan a continuación.

Dentro de los principios fundamentales del ordenamiento jurídico de Ecuador, establecidos por la ANCE en 2008, el artículo 14 de la Carta Magna reconoce el derecho de la población a disfrutar de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el cual asegura la sostenibilidad y el buen vivir, conocido como *sumak kawsay*. Asimismo, se declara de interés público la preservación del entorno, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país. La normativa también aboga por la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales que han sido degradados. En consonancia con esto, el artículo 66, numeral 27, reafirma el derecho a vivir en un ambiente libre de contaminación y en armonía con la naturaleza (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

El artículo 71 de la Constitución de la República del Ecuador, promulgada por la ANCE en 2008, establece que la naturaleza, considerada como *Pacha Mama*, tiene el derecho a que se respete su existencia integral y se mantengan y regeneren sus ciclos vitales, su estructura, sus funciones y sus procesos evolutivos (Constitución de la República del Ecuador, 2008). Por su parte, el artículo 258 de la misma norma designa a la provincia de Galápagos como un régimen especial, cuya planificación y desarrollo se realizarán con un estricto apego a los principios de conservación del patrimonio natural del estado y el buen vivir (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

En cuanto a la responsabilidad por daños ambientales, el artículo 395 de nuestra Constitución, también aprobado en 2008, establece que esta es objetiva. Esto significa que cualquier daño causado al ambiente conlleva no solo las sanciones correspondientes, sino también la obligación de restaurar integralmente los

ecosistemas y indemnizar a las personas y comunidades afectadas. Además, se establece que las acciones legales para perseguir y sancionar los daños ambientales serán imprescriptibles (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

Finalmente, el numeral 1 del artículo 397 de la norma suprema señala que, en caso de daños al medio ambiente, el Estado deberá actuar de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de imponer las sanciones pertinentes, el Estado buscará recuperar las obligaciones de reparación integral frente al operador de la actividad que haya causado el daño, de acuerdo con lo que estipule la ley (Constitución de la República del Ecuador, 2008). La responsabilidad también se extiende a los servidores públicos encargados del control ambiental. Con el fin de garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

- Se permitirá a cualquier persona, ya sea natural o jurídica, así como a colectividades o grupos humanos, ejercer acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, independientemente de su interés directo, con el fin de obtener protección efectiva en asuntos ambientales. Esto incluye la posibilidad de solicitar medidas cautelares que detengan la amenaza o el daño ambiental en discusión. La responsabilidad de demostrar la inexistencia de un daño, ya sea potencial o real, recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

El artículo 1 de la Ley Orgánica del Régimen Especial de Galápagos, aprobada por la Asamblea Nacional de Ecuador en 2015, establece el régimen especial de

Galápagos y define el marco jurídico administrativo al que están sujetas todas las personas, entidades y organismos del Estado, en un estricto cumplimiento de los principios de conservación del patrimonio natural y del Buen Vivir. Además, su artículo 89 establece que cuando las autoridades competentes consideren que, además de la infracción administrativa a esta ley, existen indicios de la comisión de un delito, deberán remitir los antecedentes a la Fiscalía correspondiente para que se lleve a cabo la acción penal correspondiente. Cabe resaltar que esta disposición no se considera un caso de prejudicialidad.

Por otro lado, el artículo 247 del Código Orgánico Integral Penal, promulgado en 2014, establece sanciones para los delitos contra la flora y fauna silvestres. La norma señala que cualquier persona que cace, pesque, tale, capture, recolecte, extraiga, posea, transporte, introduzca, almacene, trafique, ofrezca, maltrate, se beneficie, permute o comercialice especímenes, partes, elementos constitutivos, productos o derivados de flora o fauna silvestre terrestre, marina o acuática, de especies protegidas por la Autoridad Ambiental Nacional o por tratados internacionales ratificados, será sancionada con una pena privativa de libertad de uno a tres años. Se impondrá la máxima pena si se presentan determinadas circunstancias, tales como que el acto se realice durante períodos de reproducción, en zonas de conservación o en épocas de veda, o si se trata de especies amenazadas o en peligro de extinción, entre otras. Además, se considerará agravante si el hecho causa daños graves a la biodiversidad o se realiza utilizando métodos prohibidos por la normativa nacional.

Se exceptúan de esta disposición únicamente la cacería y la pesca o captura para subsistencia, así como las prácticas de medicina tradicional y el uso doméstico de la

madera, realizadas por comunidades, pueblos y nacionalidades en sus territorios, siempre que estos usos no tengan fines comerciales ni de lucro. Estas actividades deberán ser reguladas por la Autoridad Ambiental Nacional (República del Ecuador Asamblea Nacional, 2014).

El Código Orgánico del Ambiente, en su artículo 302, establece la responsabilidad civil y penal por daños al medio ambiente. Las acciones civiles derivadas de estos daños podrán llevarse a cabo con el objetivo de obtener la reparación correspondiente. En caso de presuntos delitos ambientales, la Autoridad Ambiental Competente enviará la información necesaria a la Fiscalía para el trámite correspondiente, y se ofrecerán las facilidades y asistencia técnica que se requieran. El ejercicio de estas acciones no constituye prejudicialidad (Ministerio del Ambiente, 2017).

El artículo 836 del Reglamento del Código Orgánico del Ambiente establece que los órganos y servidores públicos encargados de la instrucción y sanción tienen la responsabilidad de remitir a la Fiscalía General del Estado una copia del expediente sancionador, junto con la denuncia pertinente, cada vez que supongan que los hechos de los que tienen conocimiento podrían constituir un delito o una contravención penal. Esta remisión no suspenderá ni afectará de ninguna manera el procedimiento administrativo sancionador, que deberá continuar de manera normal. Adicionalmente, cualquier funcionario de la Autoridad Ambiental Competente que tenga conocimiento de un posible delito o contravención penal está obligado a informar de inmediato a la Fiscalía General del Estado (Ministerio del Ambiente, 2017). Por otro lado, la Norma Técnica del

Artículo 256 del Código Orgánico Integral Penal, en su artículo 3, establece que las normas técnicas contenidas en el presente Acuerdo Ministerial son de aplicación obligatoria para la sanción de los delitos ambientales previstos en el Código Orgánico Penal (COIP) (Ministerio del Ambiente, 2017). En cuanto al artículo 4 de la misma norma, se refiere al daño grave que pueda provocar a las especies de flora y fauna silvestre. En este caso, se aplicará el artículo 247 del Código Penal cuando las especies estén protegidas o listadas en documentos oficiales o instrumentos legales emitidos o reconocidos por la Autoridad Ambiental Nacional y el Estado ecuatoriano. Para aquellos individuos especies que no estén incluidas en el párrafo anterior, se aplicarán los derechos y principios ambientales establecidos en la Constitución de la República (Ministerio del Ambiente, 2017).

El Reglamento de la Ley Orgánica del Régimen Especial de Galápagos, en su artículo 8, establece que la responsabilidad por daños ambientales es objetiva, lo que significa que se produce sin necesidad de demostrar culpa por parte del responsable. En caso de daño ambiental, la Autoridad Ambiental Competente podrá demandar al infractor judicialmente para exigir el pago de las indemnizaciones correspondientes, sin perjuicio de las sanciones administrativas o penales que puedan corresponder, ni de la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas afectados o de las acciones judiciales que las personas perjudicadas puedan presentar contra el infractor (Reglamento Ley de Régimen Especial de la Provincia de Galápagos, 2017).

Finalmente, cabe reiterar que la Norma Técnica del Artículo 256 del Código Orgánico Integral Penal, en su artículo 3, también resalta que las normas técnicas contenidas

en el presente Acuerdo Ministerial son de aplicación obligatoria para la sanción de los tipos penales ambientales estipulados en el Código Orgánico Penal (COIP) (Ministerio del Ambiente, 2015).

El artículo 4 de la norma mencionada establece que se considera como daño grave a las especies de flora y fauna silvestre. Por otro lado, el artículo 247 del Código Penal se aplicará en aquellos casos en que las especies estén protegidas o registradas en documentos oficiales y en instrumentos legales emitidos o reconocidos por la Autoridad Ambiental Nacional y el Estado ecuatoriano. En el caso de individuos o especies que no se encuentren en dicha categoría, se deberán aplicar los derechos y principios ambientales establecidos en la Constitución de la República (Ministerio del Ambiente, 2017).

Sin dejar de lado de acuerdo con el artículo 43 de la Codificación de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, y el Acuerdo Ministerial No. 399 (2004), se establece un listado de especies maderables de aprovechamiento condicionado, entre las que se incluyen *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata*. En el contexto específico de la Región Insular, esta última especie es considerada introducida, por lo que su aprovechamiento forestal es opcional y está sujeto a regulaciones particulares conforme la Ley de Régimen Especial para Galápagos. La autorización para su uso debe ser otorgada por la autoridad del Parque Nacional Galápagos, con el apoyo administrativo de la Dirección Nacional Forestal.

## Conceptos de Manejo Forestal Sostenible

El Manejo Forestal Sostenible implica la conducción responsable de los bosques para satisfacer las necesidades presentes de productos y servicios forestales sin poner en riesgo la capacidad de los bosques para no limitar los recursos disponibles para las generaciones venideras. Considerando la conservación de la biodiversidad, calidad de suelo y agua (Restauración urbana y rural, s. f.). A continuación, la Tabla 1 resume los principios de manejo forestal sostenible más relevantes con sus respectivas fuentes. Un manejo forestal sostenible en galápagos debería adaptar estos principios al contexto socio-ecológico de las islas e implementarlos del corto al largo plazo.

Tabla 1: Principios de Manejo Forestal Sostenible

Principio de Manejo Forestal	Descripción	Referencia
Conservación de la biodiversidad	Mantener la diversidad genética, de especies y ecosistemas dentro del bosque.	Lindenmayer, D. B., & Franklin, J. F. (2002).
Productividad y regeneración sostenible	Aprovechar los recursos forestales sin superar la capacidad de regeneración natural.	Putz, F. E., et al. (2008).
Mantenimiento de funciones ecológicas	Preservar funciones ecológicas clave como el ciclo hidrológico, carbono y fertilidad del suelo.	Thompson, I. D., et al. (2009).
Respeto de los derechos de comunidades locales e indígenas	Garantizar la inclusión y respeto de derechos de comunidades locales e indígenas en el manejo forestal.	Agrawal, A., & Ostrom, E. (2001).
Ordenación territorial y planificación a largo plazo	Planificar el uso del territorio forestal con base técnica y a largo plazo para un manejo sostenible.	Davis, L. S., Johnson, K. N., et al. (2001).
Protección del suelo y cuerpos de agua	Proteger el suelo contra la erosión, compactación y conservar la calidad del agua.	Hartanto, H., et al. (2003)
Prevención y mitigación de impactos ambientales	Minimizar los impactos negativos de la tala y otras actividades mediante prácticas responsables.	Gullison, R. E. (2003).
Cumplimiento legal y transparencia	Cumplir con las leyes nacionales e internacionales y fomentar la trazabilidad mediante certificaciones.	Cashore, B., Auld, G., & Newsom, D. (2004).
Monitoreo y evaluación continua	Monitorear y evaluar continuamente el estado del bosque y los impactos del manejo.	Sheil, D., & Wunder, S. (2002).
Valoración y diversificación de productos y servicios del bosque	Diversificar productos y servicios del bosque para aumentar la sostenibilidad económica.	Belcher, B., & Schreckenberg, K. (2007).



## Categorización De Las Especies Maderables

En el Ecuador el uso y categorización de las especies maderables se encuentra detallado en la Norma NEC-11, Capítulo 7. Esta norma está derivada del Manual de Diseño para Maderas del grupo Andino de la Junta del Acuerdo de Cartagena para los Países del Grupo Andino de 1974. La Tabla 2 resume las categorías de madera y sus respectivas resistencias mínimas, siendo EL módulo de elasticidad y la densidad los parámetros más determinantes. La Tabla 3 presenta los usos idóneos para cada categoría.

Tabla 2: Resistencia Mínima por categoría de Especies Maderables según la Norma NEC-11 Capítulo 7

Categoría	Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tracción Paralela (kg/cm <sup>2</sup> )	Compresión Paralela (kg/cm <sup>2</sup> )	Compresión Perpendicular (kg/cm <sup>2</sup> )	Corte Paralelo (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
A	210	145	145	40	15	95,000.00	0.71-0.90
B	150	105	110	28	12	75,000.00	0.56-0.70
C	100	75	80	15	8	55,000.00	0.4-0.55

Tabla 3: Usos recomendados para cada categoría de madera local en San Cristóbal según la Norma NEC-11 Capítulo 7

Categoría	Características	Uso Idóneo
A	Alta resistencia mecánica Alta densidad Buena durabilidad	Vigas principales Columnas Arriostres Estructuras en zonas sísmicas Muebles (poca trabajabilidad y alta durabilidad)
B	Resistencia mecánica media Densidad moderada Requiere tratamiento	Vigas secundarias Entrepisos Marcos de techos Construcciones auxiliares Muebles (media trabajabilidad y media durabilidad)
C	Baja resistencia Livianas Uso limitado en estructuras permanentes	Encofrados temporales Cielos rasos Tabiques no portantes Acabados Muebles (alta trabajabilidad y poca durabilidad)

## **Impacto socio Económico**

El impacto socio-económico se mide a través de los beneficios o servicios ecosistémicos que los seres humanos derivan de las especies maderables. En el caso de Galápagos el turismo impulsa diversas industrias, como restaurantes, hoteles, transportes, esto genera una alta demanda de infraestructura para sostener esta gran industria. Esta necesidad de desarrollo a tenido un impacto significativo en las canteras, que son fuente principal de materiales de construcción, además de la dependencia de importación de materiales desde la parte continental incrementa el riesgo de introducir especies invasoras al archipiélago.

Por lo tanto, es crucial encontrar métodos sostenibles para producir materiales estructurales localmente, en este contexto analizamos, matazarno, cedrela, guaba, guayaba y manzanillo como especies con potencial, ya que viene siendo usada en la construcción desde hace mucho.

Además de su valor ecológico y paisajístico, el aprovechamiento sostenible de especies maderables en San Cristóbal puede crear empleo local. Aunque la industria maderera en la isla aún no está plenamente consolidada, iniciativas como los programas de restauración ecológica de la Dirección del Parque Nacional Galápagos han involucrado a comunidades rurales y agricultores en métodos de producción de plantas nativas y endémicas, fortaleciendo capacidades en reforestación y manejo forestal(*Vivero forestal, pieza clave en la restauración ecológica – Parque Nacional Galápagos*, s. f.). Asimismo, el vivero forestal de la DPNG ha reproducido miles de

plantas nativas, convirtiéndose en un eje central para los programas de restauración ecológica y generando oportunidades laborales locales en conservación y producción vegetal (*Vivero forestal, pieza clave en la restauración ecológica – Parque Nacional Galápagos*, s. f.) Estas experiencias demuestran que el desarrollo de una industria maderera sostenible en Galápagos puede ser una fuente estable de empleo verde, promoviendo la economía circular, reduciendo la dependencia de insumos importados y fomentando una relación armónica entre el desarrollo económico y la conservación ambiental.

El almacenamiento de carbono en especies forestales representa una estrategia clave para mitigar el cambio climático, ya que la madera actúa como un sumidero natural de carbono en lugar de liberarlo a la atmósfera. Un estudio realizado en un bosque húmedo tropical de colina baja en el distrito del Yavarí, Loreto, Perú, sobre un área de aproximadamente 946 hectáreas, demostró que especies maderables comerciales como *Cedrela odorata* (cedro) desempeñan un papel importante en la captura de carbono. Esta especie, en particular, acumuló 283,60 toneladas de carbón. Estos datos resaltan el valor ambiental de la especie *Cedrela odorata*, no solo por su aprovechamiento comercial, sino también por su contribución significativa a la reducción de la huella de carbono (Luna Alvarado, 2013).

Por otra parte, la conservación de la flora local en San Cristóbal no solo garantiza la biodiversidad ecológica, sino que también contribuye significativamente al valor estético del paisaje natural. Iniciativas como los jardines ecológicos con especies endémicas y nativas promovidas por el proyecto Galápagos Verde 2050 han convertido espacios urbanos en zonas verdes visualmente atractivas, reforzando la conexión entre la comunidad y su entorno (Díaz et al., s. f.). De esta manera, acciones

de restauración ecológica como la siembra de plantas endémicas en áreas degradadas por especies invasoras, como en la isla Floreana, no solo mejoran el paisaje visual, sino que también fortifican el sentido de pertenencia de los habitantes hacia su territorio (Díaz et al., s. f.). Estos esfuerzos contribuyen al desarrollo del turismo sostenible, ofreciendo a los visitantes una experiencia enriquecida en un entorno natural único, donde la estética del paisaje se convierte en un valor cultural y económico.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la factibilidad del uso sostenible de las especies maderables de San Cristóbal.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar las especies maderables sujetas a aprovechamiento en San Cristóbal.
2. Ensayar las especies maderables con mayor potencial y clasificarlas según su fragilidad ecológica, rentabilidad económica, y uso tradicional local.
3. Analizar si la explotación maderera en San Cristóbal respeta estándares de sostenibilidad ambiental, económico, social.
4. Proponer una guía de buenas prácticas forestales en San Cristóbal que equilibre conservación, rentabilidad económica y participación comunitaria.

## **METODOLOGÍA**

Se implementará metodología mixta secuencial-exploratoria, dividida en cuatro frases alineadas con los objetivos específicos:

### **Fase 1: Diagnostico de especies maderables en uso**

La técnica usada para cumplir con el Objetivo 1 son las encuestas estructuradas y entrevistas dirigidas al sector de las carpinterías y aserraderos locales. Las encuestas fueron llenadas a mano y se realizaron en las cinco carpinterías y en cinco fincas que actúan como aserraderos de la isla San Cristóbal. Las entrevistas fueron preguntas abiertas sobre las prácticas de la tala y uso de la madera. Además, se realizó una revisión documental de datos del Parque Nacional Galápagos y de la de la Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG). De las encuestas y la revisión documental se identificaron tres especies maderables locales y dos importadas. Las especies locales son la Cedrela, el Manzanillo y el Matazarno. Las especies importadas son la Teca y el Chanul. Además, se incluyó la Cedrela del continente ecuatoriano para hacer una comparación con la cedrela local.

### **Fase 2: Análisis físico-mecánico**

Se realizó un muestreo no destructivo (solo se cortaron secciones de árboles) de las especies identificadas en la Fase 1. Este muestreo se realizó bajo el Permiso de Investigación Nro. PC-20-25 del Parque Nacional Galápagos. La exportación de las muestras se realizó bajo las Autorización Nro. 031-ABG-2025 de la ABG. El ensayo de las muestras se realizó bajo la norma NEC-11 Capítulo 7 en el Laboratorio LEMSUR de la Escuela Politécnica Nacional. Se tomaron tres muestras para cada uno de los siete ensayos por especie, según se detalla a continuación.

1. Flexión: 25X25X410mm
2. Compresión paralela a la fibra en madera: 50X50X200 mm
3. Compresión perpendicular a la fibra en madera: 50X50X150 mm
4. Ensayo de clivaje en madera 50X50X50 mm
5. Extracción de tomillo en madera: 50x50x200 mm
6. Tracción perpendicular en madera: 50x50x50 mm
7. Ensayo de corte paralelo en madera: 50x50x50 mm

### **Fase 3: Guía de prácticas sostenibles**

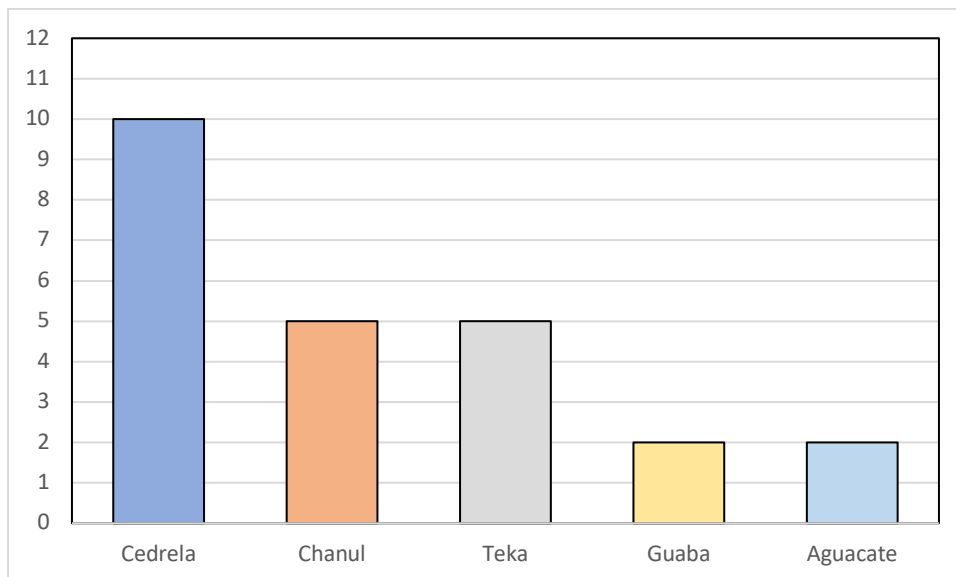
Para el desarrollo de la guía de buenas prácticas forestales en San Cristóbal, se utilizarán metodología mixta donde combinamos investigación cualitativa y cuantitativa. Con los resultados de entrevistas semi estructuradas y análisis documental y, siguiendo los principios de manejo sustentable del marco teórico, se preparó elaboró un cuadro con el estado actual del manejo de las especies maderables de San Cristóbal. Posteriormente, según la categorización de dichas especies según la norma NEC-11 Capítulo 7 se propone los usos recomendados para cada especie y una guía de buenas prácticas para el manejo forestal de las mismas.

## **RESULTADOS**

### **Resultados Fase 1**

Se realizaron 10 encuestas en 5 carpinterías. Los resultados de la Encuesta, ver cuestionario en el Anexo 1, para establecer la línea base de las maderas usadas en las carpinterías y aserraderos de la isla San Cristóbal son:

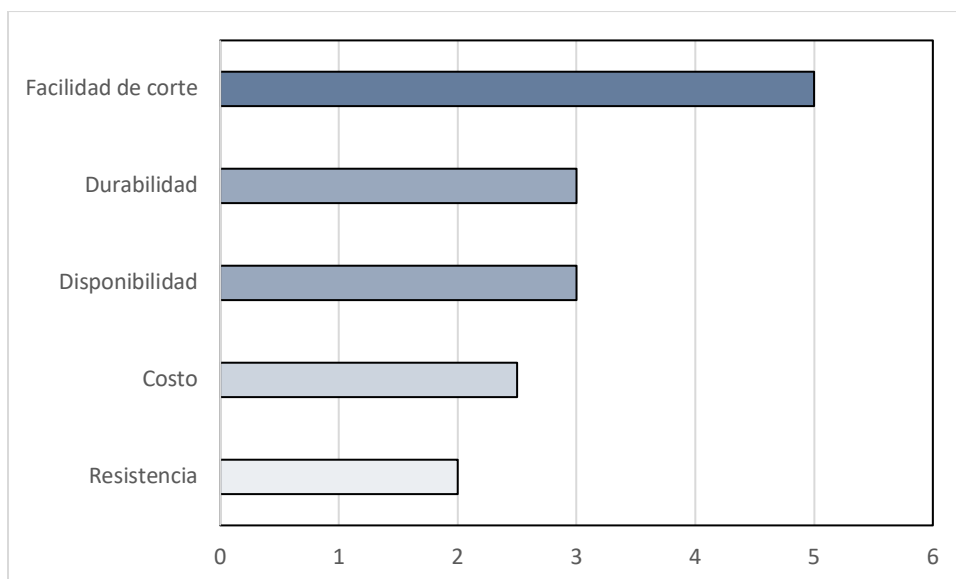
Pregunta 1. Ordene del 1 al 5 las especies maderables más usadas que se procesan en su aserradero, siendo 1 la más usada y 5 la menos usada.



*Figura 2-Preferencia de madera en carpinterías*

Los resultados muestran que diez de los encuestados expresaron la cedrela es la especie maderable más usada en sus carpinterías o aserraderos. Además, las encuestas revelaron que el chanul y la Teca son las especies que ocupan el segundo lugar en aceptación con cinco encuestados respectivamente expresando que son la segunda opción en sus carpinterías o aserraderos. Es necesario mencionar que tanto el chanul como la Teca son traídas del continente. Finalmente, pocos encuestados revelaron y el uso, en menor proporciónn, de la guaba y el aguacate.

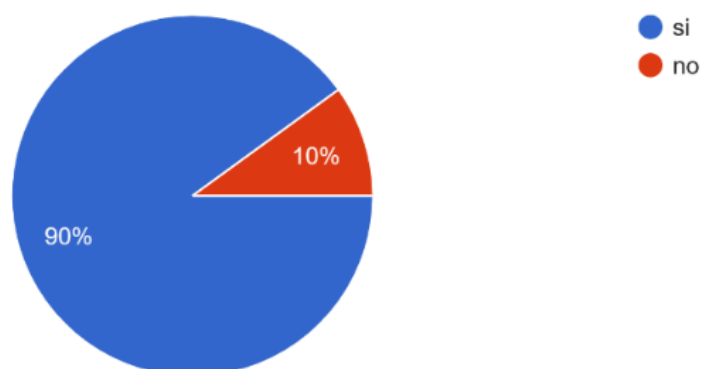
Pregunta 2. Califique del 1 al 5, siendo 1 lo menos importante y 5 lo más importante, las características de las diferentes especies maderables más importantes para usted en su línea de trabajo.



*Figura 3- Calificación promedio de las características más relevantes del uso de madera*

Las encuestas indican que para las carpinterías y aserraderos la facilidad de corte, o la trabajabilidad de la madera, es la característica más importante. En segundo lugar se encuentran seguido de la disponibilidad y durabilidad. El costo se tiene una calificación intermedia en importancia. Por último, los encuestados ubican la resistencia como la característica menos valorada.

Pregunta 3. Indique si la demanda de madera a aumentado en los últimos 10 años



**Figura 4: Demanda de madera de los últimos 10 años**



Como se puede apreciar lo encuestado (90%) de una muestra de 10, confirman que la demanda de madera si ha crecido, esto expresaron que se debe gran parte al aumento de población y el 10% comentan que la demanda sigue igual a su punto de vista.

Pregunta 4. ¿Conoce usted que anteriormente se usaban especies maderables locales en la industria maderera?

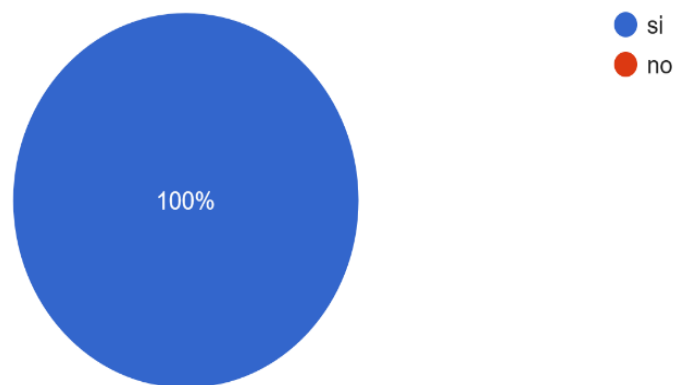


Figura 5: Conocimiento de uso de especies maderables locales

Como se puede apreciar la gente sí tiene conocimiento del uso de especies maderables locales hasta cuando se reguló su uso.

Pregunta 5. Señale cuáles son los usos más comunes para las especies locales que ahora están protegidas como Matazarno y Manzanillo.

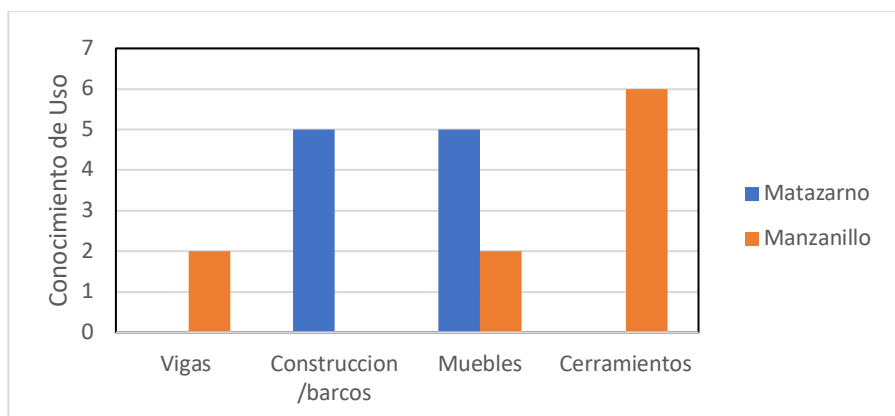


Figura 6: Usos comunes que se daban a las especies actualmente protegidas.

El resultado refleja que la especie maderable Matazarno fue más usada en construcción y barcos (interiores), muebles (uso de fincas). En el caso del manzanillo mayormente usado para cerramientos además de vigas y muebles (pocos casos conocidos) según relatos de los encuestados.

Pregunta 6. ¿Ha notado alguna tendencia en el uso de maderas más sostenibles o ecológicas?

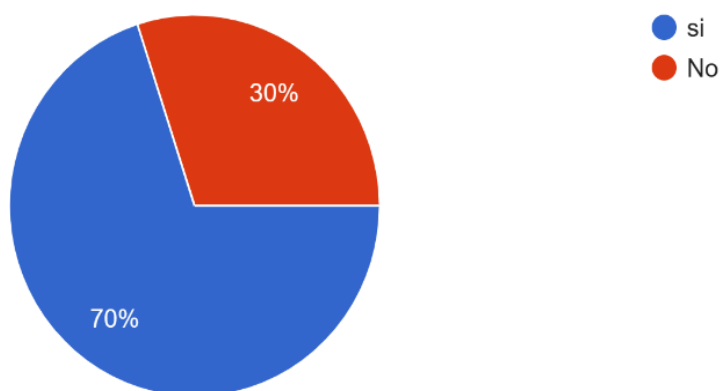


Figura 7: Tendencia en el uso de maderas sostenibles

Los resultados muestran un alto porcentaje de afirmación en tendencia en el uso de maderas sostenibles, esto sugiere que existe regulaciones forestales más estrictas.

Pregunta 7. ¿Actualmente cuál es la principal fuente de suministro de la madera utilizada en su aserradero?

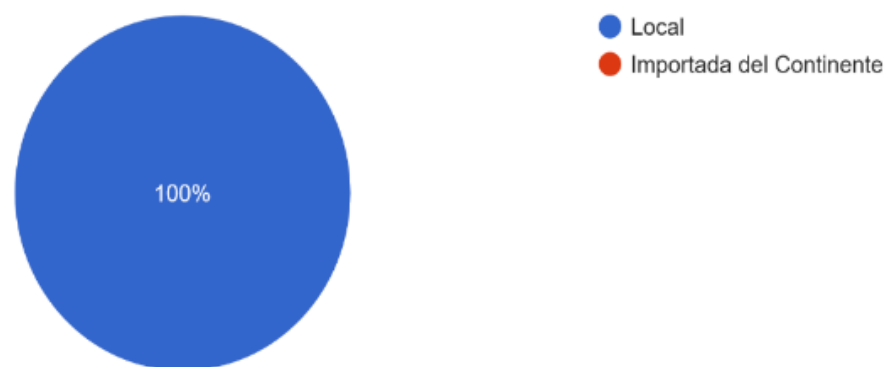


Figura 8: Principal fuente de suministro de madera

Este resultado contradice el uso de maderas como el chanul y la Teca que previamente fue expresado por los encuestados. Los resultados podrían ser motivados por naturaleza sancionadora de la estricta normativa vigente.

Pregunta 8. ¿Han experimentado algún reto en la obtención de madera de ciertas especies en los últimos años?

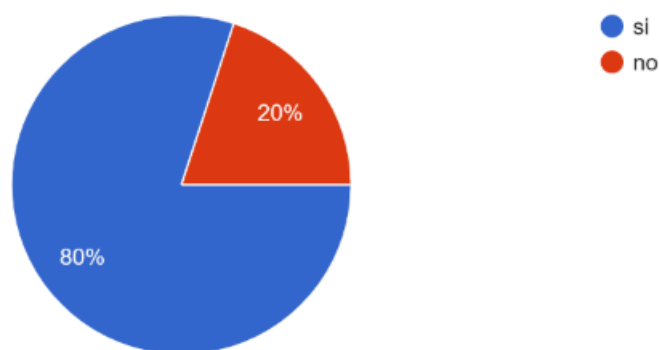


Figura 9: Reto obtención de madera

Según los resultados obtenidos en cuanto a retos por la obtención de madera el (80%) confirmar haber tenido retos.

Pregunta 9. Si respondió sí, en la pregunta anterior ¿Cuáles han sido los principales retos en la obtención de la madera?

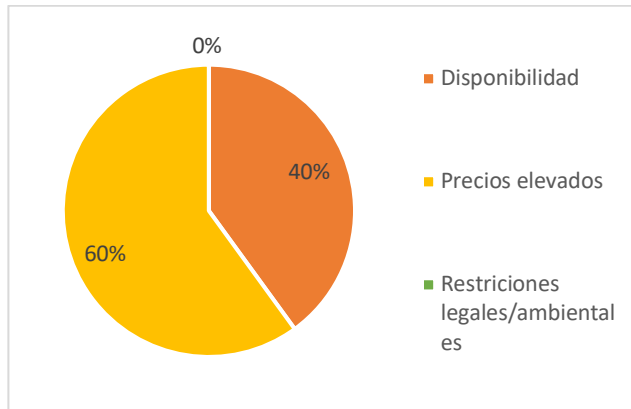


Figura 10: Principales retos en la obtención de madera

Los resultados indican que las personas que tienen sus maderas de fuentes locales enfrentan grandes desafíos 60% llega a ser por temporada el precio en este caso influye el tiempo (lluvia) y el 40% disponibilidad que va de la mano con la situación ambiental lluvia y/ o sequía (extrema) influye en mortalidad temprana de la especie.

Además, los encuestados reportan una disminución en el tamaño de los árboles talados lo cual afecta su resistencia y durabilidad ante plagas.

Pregunta 10. ¿Tiene conocimiento de cuantos años necesita la especie maderable Cedrela para proceder al corte?

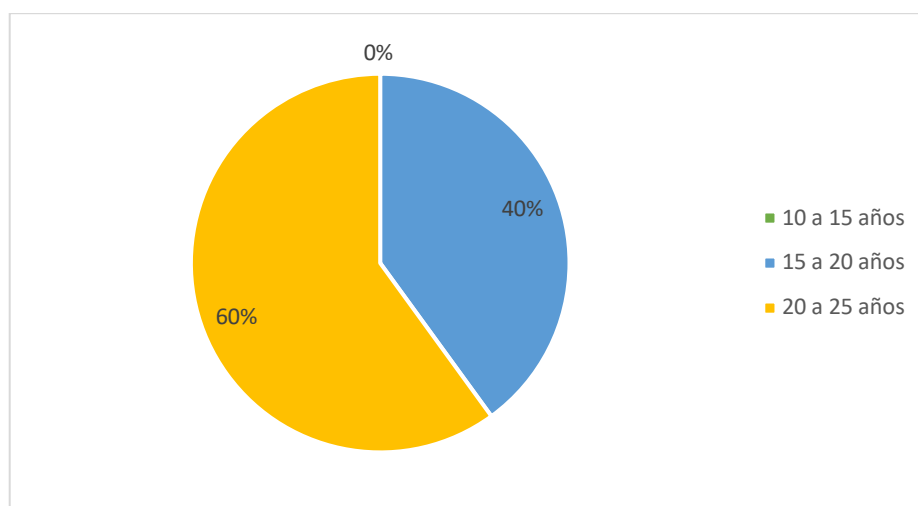


Figura 11: Conocimiento de años que necesita la cedrela para ser talada

Los resultados muestran el conocimiento que tienen del tiempo de uso idóneo de la especie el 40% considera de 15 a 20 años esto considerado en condiciones óptimas. El 60% restante estima el corte entre 20 y 25 años depende en algunos casos están conscientes que mientras más tiempo el árbol será mejor su característica como dureza, resistente y no tenga el problema de apolillarse.

En base a los resultados de la encuesta se identificaron cuatro especies a ser muestreadas, ensayadas y clasificadas: Manzanillo, Matazarno, Cedrela (local), y Guaba. Los resultados de la resistencia del Chanul y la Teca no requieren muestreo ni ensayos ya que existe información disponible al respecto en la literatura para su

categorización. Finalmente, se incluyó la resistencia de la Cedrela del continente para compararla con la Cedrela local.

Tabla 4: Estado actual del manejo de especies maderables en San Cristóbal

Principio de Manejo Forestal	Estado Actual
Conservación de la biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe un fuerte marco legal para evitar a explotación de especies maderables locales.</li> <li>• Existe una amenaza a la biodiversidad por la proliferación natural de cedrela en áreas protegidas.</li> </ul>
Productividad y regeneración sostenible	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se encontró políticas de reforestación de la cedrela.</li> <li>• No se encontró información sobre la reforestación de las especies importadas en su lugar de origen.</li> </ul>
Mantenimiento de funciones ecológicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se encontró información sobre la factibilidad del servicio ecosistémico de provisión de madera en Galápagos.</li> </ul>
Respeto de los derechos de comunidades locales e indígenas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se encontró políticas orientadas a favorecer a la población local a través de la explotación del recurso maderable.</li> </ul>
Ordenación territorial y planificación a largo plazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salvo la zonificación de las áreas protegidas y zonas rurales, no se encontró información de potenciales áreas para plantaciones de especies maderables.</li> </ul>
Protección del suelo y cuerpos de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se encontró información sobre la erosión del suelo por la plantación de especies maderables.</li> <li>• Hay estudios en proceso monitoreando la disponibilidad de agua dulce.</li> </ul>
Prevención y mitigación de impactos ambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se encontró evidencia de acciones de prevención o mitigación de los impactos de la explotación de especies maderables.</li> </ul>
Cumplimiento legal y transparencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe una normativa muy estricta y controles en la práctica para prevenir la explotación de especies locales. La única especie local cuya tala está permitida es la cedrela.</li> </ul>
Monitoreo y evaluación continua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se encontró información del monitoreo de explotación de cedrela, pero sí del pesaje de madera importada. Los registros disponibles presentan vacíos y la mayoría no está digitalizado.</li> </ul>
Valoración y diversificación de productos y servicios del bosque	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se encontró evidencia de una política o plan para diversificar los usos del recurso maderable.</li> </ul>

## Resultados Fase 2

Los resultados obtenidos de los ensayos mecánicos realizados sobre las especies maderables, tales como manzanillo, matazarno, cedrela, incluyen análisis como, clivaje, compresión paralela, flexión, corte paralelo, tracción perpendicular, compresión paralela, se encuentran detallados en el anexo 2 al 7. Estos anexos recogen de forma ordenada los datos experimentales que sustentan el análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas de cada especie



*Figura 12-Muestra de matazarno tomada en campo de especies en estudio*



*Figura 13-Preparación de corte para ensayos*



*Figura 14- Codificación de muestras en estudio*



*Figura 15-Muestras sometidas a evaluación en laboratorio*



*Figura 16-Análisis físico mecánico de muestras*

La Tabla 5 presenta la categorización y resistencia mínima de las maderas Chanul, Teca y Cedrela del continente disponibles en la literatura.

Tabla 5: Resistencia y categorización de especies de madera importadas a Galápagos según el código NEC-11 Capítulo 7



Propiedad / Madera	Chanul ( <i>Humiriastrum procerum</i> )	Teca ( <i>Tectona grandis</i> )	Cedro del continente ( <i>Cedrela odorata</i> )
Densidad básica (g/cm <sup>3</sup> )	0.69	0.52–0.58	0.45–0.58
Flexión (MPa)	154.94	76.83	73.84
Compresión Paralela (MPa)	64.91	50.99	39.22
Compresión Perpendicular (MPa)	17.06	6.95	2.26
Corte Paralelo (MPa)	1.76	No disponible	5.69
Módulo de Elasticidad (MPa)	10198.92	10296.98	7354.99
Clasificación NEC-11-Capítulo 7	Categoría B	Categoría B	Categoría B

La Tabla 5 fue tomada de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2011)

Tabla 6: Resistencia y categorización de especies de madera locales de Galápagos según el código NEC-11 Capítulo 7

Propiedad / Madera	Manzanillo	Matazarno interno/externo	Cedrela local ( <i>Cedrela odorata</i> )
Densidad básica (g/cm <sup>3</sup> )	0,486	0,922	0,524
Flexión	26,63	39,8 / 72,60	28,16
Compresión Paralela	35,8	45,65 / 92,60	27,9
Compresión Perpendicular	18,8	18,40 / 24,10	8,5
Clivaje	No disponible	41,9 / 47,16	0,467
Tracción Perpendicular	3,5	3,53	3,76
Corte Paralelo	6,73	9,10	3,46
Módulo de Elasticidad	13126.3	8346,46	21785,6
Clasificación NEC-11-Capítulo 7	C	B	C

Tabla 7: Comparación entre la resistencia de la Cedrela nativa de Galápagos y la del continente

Propiedad / Madera	Cedro local ( <i>Cedrela odorata</i> )	Cedro continente ( <i>Cedrela odorata</i> )
Densidad básica (g/cm <sup>3</sup> )	0,524	0.45–0.58
Flexión	28,16	73,84
Compresión Paralela	27,9	39,22
Compresión Perpendicular	8,5	2,26
Clivaje	42,2	No disponible
Tracción Perpendicular	3,76	No disponible
Corte Paralelo	3,46	5,69
Módulo de Elasticidad	21785,6	7354,99
Clasificación NEC-11-Capítulo 7	C	B

### Resultados Fase 3

Tabla 8: Usos recomendados para las especies maderables analizadas de San Cristóbal

Categoría	Especie	Uso Idóneo
A	Ninguna especie de las analizadas	Vigas principales Columnas Arriostres Estructuras en zonas sísmicas Muebles (poca trazabilidad y alta durabilidad)
B	Matazarno	Vigas secundarias Entrepisos Marcos de techos Construcciones auxiliares Muebles (media trazabilidad y media durabilidad)
C	Cedrela - Manzanillo	Encofrados temporales Cielos rasos Tabiques no portantes Acabados Muebles (alta trazabilidad y poca durabilidad)

Tabla 9: Factibilidad de explotación para uso sugerido

Especie	Tiempo estimado para alcanzar 45 cm de diámetro en tronco	Factibilidad Económica	Factibilidad Mecánica	Observaciones
Manzanillo	Más de 50 años	Baja	Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explotación prohibida</li> <li>Requiere cambio en la normativa.</li> <li>Requiere definir áreas de plantación.</li> <li>Requiere planes de manejo.</li> <li>Requiere la adopción de tecnologías de madera laminada o aglomerado para reducir el tiempo de corte de 25 a 30 años.</li> </ul>
Matazarno	Más de 50 años	Baja	Alta	
Cedrela local	20 - 25 años	Media	Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explotación permitida.</li> <li>No requiere cambio en la normativa.</li> <li>Requiere definir áreas de plantación.</li> <li>Requiere planes de manejo.</li> <li>Puede beneficiarse de la adopción de tecnologías de madera laminada o aglomerado para reducir el tiempo de corte a 15 años.</li> </ul>

Tabla 10: Guía de buenas prácticas para el manejo sustentable para las especies maderables de San Cristóbal, basadas en los principios de la Tabla 1

Principio de Manejo Forestal	Guías para áreas donde crecen naturalmente e hipotéticas plantaciones.
Conservación de la biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar un levantamiento de las especies que habitan en los bosques de matazarno, manzanillo y cedrela en áreas del Parque Nacional Galápagos.</li> <li>Realizar un seguimiento a las especies “umbrela” en los bosques de matazarno, manzanillo y cedrela en áreas del Parque Nacional Galápagos.</li> <li>Realizar un levantamiento de las especies que habitan en las áreas agrícolas donde crece la cedrela.</li> </ul>
Productividad y regeneración sostenible	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer el tiempo de tala considerando el ciclo natural de cada especie y la adopción de tecnologías de corte y fabricación.</li> <li>Determinar una proporción de reforestación por cada árbol talado.</li> <li>Fomentar el desarrollo una industria local de madera laminada y aglomerada.</li> </ul>
Mantenimiento de funciones ecológicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar un monitoreo permanente de la calidad del suelo.</li> </ul>
Respeto de los derechos de comunidades locales e indígenas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar políticas públicas y ambientales que aseguren una distribución de la riqueza proveniente del recurso maderable equitativa entre la población local.</li> </ul>
Ordenación territorial y planificación a largo plazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer técnicamente las áreas destinadas para plantación de especies maderables.</li> <li>La plantación de cedrela, matazarno y manzanillo requiere un cambio en la normativa actual y la definición de regulaciones para su manejo y monitoreo.</li> </ul>
Protección del suelo y cuerpos de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar un monitoreo permanente a las fuentes de agua para asegurar su caudal ecológico y de captación para los humanos.</li> </ul>
Prevención y mitigación de impactos ambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlar plagas en plantaciones con métodos no nocivos para el medio ambiente.</li> </ul>
Cumplimiento legal y transparencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar sistemas de trazabilidad para la madera local e importada en las carpinterías.</li> </ul>
Monitoreo y evaluación continua	<ul style="list-style-type: none"> <li>Este principio es transversal a los demás.</li> </ul>
Valoración y diversificación de productos y servicios del bosque	<ul style="list-style-type: none"> <li>En base a la categorización de las especies maderables locales elaborar una guía de uso sostenible en la construcción, fabricación de muebles y artesanías que comprenda tiempos de corte y tamaños mínimos.</li> </ul>

## DISCUSIÓN

Este estudio tiene implicaciones directas con la práctica del manejo forestal de las especies maderables en la isla San Cristóbal. Uno de los principales hallazgos es la falta de registro sobre el uso y origen de las especies maderables importadas desde el continente, lo que dificulta la evaluación de su impacto ecológico y limita la aplicación de criterios técnicos para su uso, así como la prevención y mitigación de posibles impactos ambientales.

Ninguna de las especies ensayadas alcanzó la categoría A, ver Tabla 8. Esto quiere decir que ninguna de ellas podría ser utilizada para construir elementos estructurales principales como vigas y columnas. No obstante, el uso de tecnologías como la madera laminada y aglomerada podrían incrementar la resistencia de las maderas tipo B como el matazarno y tipo C como el manzanillo y cedrela.

En cuanto a la especie *Cedrela odorata*, la más utilizada en las carpinterías de San Cristóbal, se está usando sin información adecuada sobre sus propiedades físico-mecánicas. Los carpinteros reportan una notable disminución de la dureza de esta madera en los últimos años. Los datos obtenidos en este estudio corroboran esto, el cedro local mostró una densidad básica variable entre 0.45-0.58 g/cm<sup>3</sup> y una resistencia a flexión compresión apenas superior al cedro continental. Sin embargo, su modulo de elasticidad fue menor, lo que podría explicar la percepción local de menor resistencia. Esta diferencia en la resistencia podría explicarse de dos maneras. Una es que debido al aislamiento geográfico no existe mucha variabilidad genética dentro de esta especie en la isla San Cristóbal, limitando su resistencia al clima o plagas. Otra posible explicación es que la *Cedrela* de Galápagos sea una especie diferente a o una subespecie de la *Cedrela odorata*. Esta menor resistencia de la *Cedrela odorata* local la hace poco factible para la construcción, mas no así para la industria mobiliaria. Además, no existen criterios técnicos o financieros, exceptuando los ecológicos, sobre el impacto del uso forestal sostenible de esta especie en los ecosistemas locales. Su resistencia y tiempo de corte (20 a 25 años para un diámetro de 40 cm) hacen que su explotación sea factible. Sin embargo de momento su explotación se encuentre prohibida por la rápida dispersión natural de sus semillas con el viento, lo que podría convertirla en una especie invasiva.

Del mismo modo, las especies endémicas y nativas tampoco cuentan con datos técnicos que permitan un manejo responsable, lo que amplía el riesgo de explotación clandestina, además de que la falta de información técnica imposibilita tomar decisiones fundamentales para la conservación.

Específicamente, especies como matazarno y manzanillo han demostrado comportamientos mecánicos buenos. El Matazarno presenta extremos entre la resistencia del corazón y el exterior del tronco, lo que ha hecho que se la categorice como madera tipo B. El corazón del tronco del matazarno presenta una alta resistencia a flexión, compresión paralela y corte lo que lo hace viable para usos estructurales. Sin embargo, la parte exterior del tronco presenta una resistencia de aproximadamente la mitad de la resistencia del corazón del tronco para todos los ensayos, como se puede ver en la tabla 7. Además, el crecimiento es muy lento (más de 50 años para tener un tronco de 40 cm de diámetro) esto hace que se reduzca su factibilidad económica.

El manzanillo presenta una resistencia baja. Esto hace que sea categorizado como madera tipo C. Adicionalmente, el manzanillo es una especie altamente protegida y tóxica para el ser humano, por su sabia con PH alcalino. Finalmente su largo tiempo de crecimiento (más de 50 años para tener un tronco de 40 cm de diámetro), y estado de protección hace que su explotación sea inviable económica, técnica y ecológicamente.

En otro ámbito, es imperativo contar con sistemas de trazabilidad del origen de la madera que ingresa del continente, así como para la producida localmente. No obstante, también es primordial reforzar los procedimientos de bioseguridad y control. Adicionalmente, es necesario tener una base técnica de especies maderables más utilizadas, considerando que la recopilación, sistematización y digitalización de esta

información es clave para promover un uso sostenible de los recursos forestales. Esta información técnica también permitiría guiar mejor los procesos de selección de especies con base en su factibilidad de explotación, como podemos considerar la Cedrela tiene un ciclo de crecimiento de 20-25 años, convirtiéndola en una especie viable siempre que se acompañe de buenas prácticas forestales.

Algunos de los aspectos positivos que podemos destacar es que se realiza una selección adecuada de los arboles a talar, respetando criterios técnicos como la edad (20-25 años) y el diámetro mínimo de (45 cm). Además, es importante señalar que hasta el año 2004 se cosechaba *Cedrela odorata* en las zonas del Parque Nacional Galápagos, solicitando los permisos correspondientes. Durante los años anteriores a esta fecha, las áreas protegidas representaron una fuente significativa de extracción de Cedrela ya que cosechaban el recurso sin haber invertido nada en el la plantación de la cedrela ni en cuidados durante su crecimiento. Pese a que la Cedrela se está expandiendo naturalmente, hoy en día los aserraderos y carpinteros deben comprarla a los propietarios de la finca donde crece naturalmente, lo que encarece este recurso. Además, los árboles de Cedrela crecen naturalmente muy cerca entre sí, lo que limita el engrosamiento del tronco.

Un punto crítico que remarcar es que no existen áreas específicas destinadas a la reforestación de esta especie, ni se ha reforestado en los mismos sitios donde se realizó la tala. Se ha dejado que el proceso de regeneración ocurra únicamente de forma natural, a través de la dispersión de semillas por el viento. Esto representa un riesgo a largo plazo para la industria maderera local ya que ni el manzanillo ni el matazarno han demostrado ciclos de crecimiento para reemplazar el cedro como principal fuente de madera.

Considerando que la ley no permite introducir especies maderables distintas, pese a la presencia local de caoba, lagarto, y amarillo (que no alcanzaron los diámetros esperados ni siquiera tras 30 años). Se propone que los propietarios de tierra donde crece la *Cedrela odorata*, reserven áreas específicas para su siembra, también se pudieran establecer como metas que por cada árbol talado se planten entre 4 a 5 nuevos ejemplares dejando un espacio mínimo de 8 metros entre árboles. Esta propuesta surge a partir de la información recolectada en entrevistas y encuestas realizadas.

Podemos considerar el caso de la reserva de la biósfera de Yasuní, ubicada en la región amazónica, que también enfrentó grandes retos por la falta de información técnica de las especies maderables, y la no regulación por la que enfrentaba grandes peligros. Sin embargo, se han implementado programas de monitoreo locales que han permitido el manejo responsable de la zona (*Aportando a la gestión de la Reserva de la Biosfera Yasuní mediante el monitoreo comunitario* | *ECOCIENCIA*, s. f.). De esta manera demostramos este tipo de iniciativas son buenas y con la intervención de las comunidades y respaldo institucional es viable una gestión forestal sostenible a pesar de tener ecosistemas muy sensibles.

No obstante, la explotación de especies maderables en San Cristóbal no resulta económicamente viable debido a la baja disponibilidad, los altos costos logísticos y la falta de tecnología adecuada. Para mejorar esta situación, se necesita más investigación con enfoque práctico y la implementación de tecnologías como la madera laminada y la madera aglomerada, que permiten optimizar el uso de secciones más pequeñas y mejorar la eficiencia del procesamiento forestal.

## CONCLUSIONES

La presente investigación permitió determinar la factibilidad del uso sostenible de especies maderables en la Isla San Cristóbal, mediante una metodología mixta exploratoria, que integro encuestas, inventario forestal, taller participativo y entrevistas. Los resultados evidenciaron que existe un conocimiento local valioso sobre las especies maderables más utilizadas como la *Cedrela odorata*, así como la disposición por parte de los actores del sector para adoptar prácticas más sostenibles. Desde el enfoque ambiental, se identificaron especies con potencial de aprovechamiento responsable, siempre que se aplique criterios de regeneración natural y conservación. En el ámbito económico no existe información disponible. Si bien la explotación maderera representa una fuente de ingresos su sostenibilidad depende de una planificación, adecuada y del cumplimiento de normativas.

En cuanto al componente social se constató una creciente conciencia, sobre la importancia del manejo forestal, sostenible, así como una apertura a la implementación de una guía de buenas prácticas desarrollada con base a experiencias locales. Adicionalmente, los datos técnicos-mecánicos obtenidos para la *Cedrela*, *Matazarno*, *Manzanillo*, proporciona una base preliminar para orientar su uso específico. Si bien el aprovechamiento sostenible de especies maderables como el cedro, matazarno, y manzanillo representa una oportunidad para el desarrollo local en Galápagos, su viabilidad dependerá en gran medida de su incorporación a tecnologías modernas de transformación de maderas, como es el caso de la madera laminada o aglomerada. No obstante, aún se requiere investigaciones técnicas que confirmen la aptitud de estas especies para dichos procesos, tanto en términos de resistencia mecánica como de estabilidad y durabilidad.



Además, para que estas tecnologías puedan implementarse de manera efectiva, será indispensable revisar y actualizar la normativa vigente dentro del marco legal de Galápagos, que actualmente presenta restricciones que limitan la innovación tecnológica en el uso de recursos forestales. Esto implica no solo un cambio en la regulación, sino también una visión de desarrollo sostenible que integre el conocimiento científico, y participación de las comunidades locales en el desarrollo de la industria maderera local. Finalmente, se recomienda ensayar la resitencia de la cedrela y el matazarno en tecnologías como la madera laminada y aglomerada para ver si alcanzan la categoría tipo A, que les permitiría su uso estructural.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aportando a la gestión de la Reserva de la Biosfera Yasuní mediante el monitoreo comunitario / ECOCIENCIA.* (s. f.). Recuperado 15 de mayo de 2025, de <https://ecociencia.org/aportando-a-la-gestion-de-la-reserva-de-la-biosfera-yasuni-mediante-el-monitoreo-comunitario/>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador* (No. Registro oficial No.449).
- Constitución de la República del Ecuador, Asamblea Nacional Constituyente (2008).
- Díaz, P. J., Tapia, W., Negoita, L., Plunkett, E., Guerrero, M., Mayorga, P., & Gibbs, J. (s. f.). *COMON FOUNDATION, BESS, HELMSLEY CHARITABLE TRUST.*
- INEN. (2015). *CÓDIGO DE PRÁCTICA ECUATORIANO CAPITULO 7 ESTRUCTURAS DE MADERA.*
- Luna Alvarado, S. F. (2013). Contenido de carbono almacenado en los fustes de nueve especies comerciales de un bosque húmedo tropical de colina baja en el distrito del Yavarí, Loreto, Perú. *Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.*  
<https://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/20.500.12737/2469>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2011). *NEC-11 Construcción Con Madera—Capítulo 7* (No. Decreto Ejecutivo Nro. 705).
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Codigo Orgánico del Ambiente.*
- Reglamento Ley de Régimen Especial de la Provincia de Galápagos, Pub. L. No. 24, Pub. L. No. 1363 (2017).
- República del Ecuador Asamblea Nacional. (2014). *Código Organico Integral Penal* [Registro Oficial 180].
- Restauración urbana y rural.* (s. f.). Charles Darwin Foundation. Recuperado 15 de mayo de 2025, de <https://www.darwinfoundation.org/es/nuestro-trabajo/comunidad/urban-and-rural-restoration/>

S.A, E. L. E. (s. f.). *Fiel Web Plus—Sistema leyes Ecuador | Ediciones Legales | Ecuador*. Fiel Web Plus.

Recuperado 15 de mayo de 2025, de <https://www.fielweb.com>

*Vivero forestal, pieza clave en la restauración ecológica – Parque Nacional Galápagos*. (s. f.).

Recuperado 15 de mayo de 2025, de <https://galapagos.gob.ec/vivero-forestal-pieza-clave-en-la-restauracion-ecologica/>

- Lindenmayer, D. B., & Franklin, J. F. (2002). *Conserving forest biodiversity\**. Island Press.
- Putz, F. E., et al. (2008). Reduced-impact logging. *\*Forest Ecology and Management\**, 256(7), 1427–1433.
- Thompson, I. D., et al. (2009). Biodiversity and resilience. *\*CBD Technical Series No. 43\**.
- Agrawal, A., & Ostrom, E. (2001). Collective action and property rights. *\*Politics & Society\**, 29(4), 485–514.
- Davis, L. S., Johnson, K. N., et al. (2001). *\*Forest Management\**. McGraw-Hill.
- Hartanto, H., et al. (2003). Runoff and soil erosion. *\*Agriculture, Ecosystems & Environment\**, 91(1), 293–310.
- Gullison, R. E. (2003). Does forest certification conserve biodiversity? *\*Oryx\**, 37(2), 153–165.
- Cashore, B., Auld, G., & Newsom, D. (2004). *\*Governing through markets\**. Yale University Press.
- Sheil, D., & Wunder, S. (2002). Tropical forest value. *\*Conservation Ecology\**, 6(2), 9.
- Belcher, B., & Schreckenberg, K. (2007). NTFP commercialisation. *\*Development Policy Review\**, 25(3), 355–377.
- (S.A, s. f.)

## ANEXO 1: ENCUESTA DE MADERAS MAS USADAS EN ASERRADEROS

1. Ordene del 1 al 5 las especies maderables más usadas que se procesan en su aserradero, siendo 1 la más usada y 5 la menos usada:

Cedrela ( )

Guaba ( )

Guayaba ( )

Aguacate ( )

Otra ( ) – Especifique: .....

2. Señale con una X cuáles son los usos más comunes para las diferentes especies maderables

	Construcción Vigas y Columnas	Construcción Encofrados	Muebles	Cerramientos
Cedrela				
Aguacate				
Guaba				
Guayaba				
Otra-Especifique .....				

3. Califique del 1 al 5, siendo 1 lo menos importante y 5 lo más importante, las características de las diferentes especies maderables más importantes para usted en su línea de trabajo:

Durabilidad (..)

Resistencia (....)

Facilidad de corte (....)

Costo (....)

Disponibilidad (..)

4.. Califique del 1 al 5, siendo 1 la demanda más baja y 5 la demanda más alta, la demanda de las especies maderables en su taller:

Cedrela ( )

Guaba ( )

Guayaba ( )

Aguacate ( )

Otra

5. Indique si la demanda de madera ha cambiado en los últimos 10 años.

( ) si

( ) no

6. ¿Conoce usted que anteriormente se usaban especies maderables locales en la industria maderera?

☐ sí

☐ no

7. Señale con una X cuáles son los usos más comunes para las diferentes especies locales que ahora están protegidas

	Construcción Vigas y Columnas	Construcción Encofrados	Muebles	Cerramientos	Fabricación de Barcos
Matizarno					
Manzanillo					
Otra-Especifique					

8. ¿Han notado alguna tendencia en el uso de maderas más sostenibles o ecológicas?

☐ sí

☐ no

9. ¿Actualmente cuál es la principal fuente de suministro de la madera utilizada?

a) local

b) importada del continente

10. ¿Han experimentado algún reto en la obtención de madera de ciertas especies en los últimos años?

☐ sí

☐ no

11. Si respondió sí ¿Cuáles han sido los principales retos en la obtención de la madera?

☐ Disponibilidad

☐ precios elevados

☐ restricciones legales-ambientales

## ANEXO 2: RESULTADO DE ENSAYOS DE MADERA CORTE PARALELO



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



## CORTE PARALELO A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CPFM 20.001

Hoja 01 de 02

Fecha de Informe: 2020.05.28

## DATOS DEL CLIENTE

Razón social: Universidad San Francisco De Quito USFQ

Dirección: Diego de Robles, SN y Pampile

Teléfono: 22871700

## DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Inés/Pear

Contratante: Universidad San Francisco De Quito USFQ


Contratista: Universidad San Francisco De Quito USFQ

Finalidad: ---

NORMA: ASTM D143

FECHA DE ENSAYO: 2020.05.21

TÉCNICO: DA

Código Interno		024.E.46	024.E.47	024.E.48	---
Descripción		Control	Control	Control	---
Dimensiones del área de corte (mm)	Longitud	50.80	50.87	51.64	---
	Ancho	51.80	50.52	50.80	---
Carga máxima (kN)		17.58	3.76	0.8	---
Resistencia (MPa)		6.7	1.6	0.3	---
Contenido de humedad (%)		11.3	12.5	12.9	---
Esquema					---

Código Interno		024.E.49	024.E.50	024.E.51	---
Descripción		Muestra	Muestra	Muestra	---
Dimensiones del área de corte (mm)	Longitud	51.23	51.51	51.52	---
	Ancho	50.31	49.53	49.78	---
Carga máxima (kN)		21.43	22.87	25.01	---
Resistencia (MPa)		8.5	9.0	10.0	---
Contenido de humedad (%)		9.6	10.1	8.8	---
Esquema					---

## Observaciones:

La información proporcionada por el cliente, tal como, descripción, incluye su total responsabilidad.  
Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los tests realizados bajo las condiciones de laboratorio.  
El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización de LEMSUR.



UNIVERSIDAD DE LAS  
FUERZAS ARMADAS  
VILLAGE

Ing. Mercedes Villar

JEFE DE LABORATORIO



### CORTE PARALELO A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CPYM-26-001

Página 02 de 02

Fecha de Informe: 2020-05-28

#### DATOS DEL CLIENTE

Razón social: Universidad San Francisco De Quito USFQ

Dirección: Canga de Páides, S/N y Píntag

Teléfono: 22871700

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Isabel Paz

Contratante: Universidad San Francisco De Quito USFQ




Contratista: Universidad San Francisco De Quito USFQ

Procesador: \*\*

NORMA: ASTM D143

FECHA DE ENVÍO: 2020-05-21

TÉCNICO: DN

Código Interno		021-B-02	021-B-03	021-B-04	**
Descripción		Manzanillo	Manzanillo	Manzanillo	**
Dimensiones del área de corte (mm)	Longitud	51,20	51,40	51,48	**
	Ancho	50,76	50,36	50,11	**
Carga máxima (kN)		15,02	16,3	17,1	**
Resistencia (MPa)		7,3	8,3	8,6	**
Contenido de humedad (%)		8,0	8,0	8,0	**
Esquema					

#### Observaciones:

La información proporcionada por el cliente, tal como, descripción, involucra su total responsabilidad.  
Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los items ensayados bajo las condiciones de Laboratorio.  
El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.



INGENIERO DE LAS  
CIENCIAS VILLALBA  
FRANCISCO

Ing. Mercedes Villalba  
JEFE DE LABORATORIO

## ANEXO 3: FLEXION DE MADERA



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



## FLEXIÓN EN MADERA

Código de Informe: FIM-26.002  
Fecha de Informe: 2021.05.28

Página 01 de 08

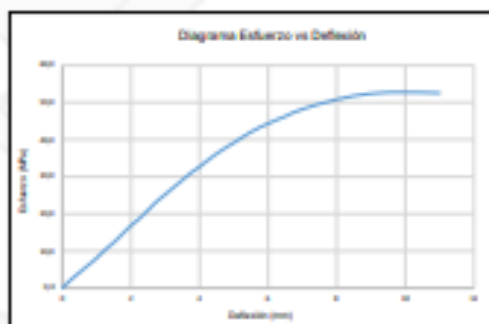
## DATOS DEL CLIENTE

Entidad: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Dirección: Diego de Robles 508 y Pampile  
Teléfono: 2287 4700

## DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Isabel Paz  
Contratista: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Contratista: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Finalización: ---  
Fecha de entrega: 2021.05.16  
Tipo de Muestra: Control  
Nombre: ASTM D143

DATOS DE LA MUESTRA	
Código interno	021-E-01
Descripción	Control
Espec (mm)	25.8
Alura (mm)	25.8
Longitud (mm)	671.0
Luz libre (mm)	361.0
RESULTADOS DEL ENSAYO	
Área sección transversal ( $A_0$ ) (mm <sup>2</sup> )	636.8
Carga máxima ( $P_{max}$ ) (kN)	1.49
Carga límite de proporcionalidad ( $P_L$ ) (kN)	0.96
Esfuerzo unitario límite proporcionalidad (ELP) (MPa)	31.0
Esfuerzo unitario (EM) (MPa)	66.2
Módulo de elasticidad (MOE) (MPa)	7002.8
Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	0.316
Contenido de humedad (%)	16.1
Tipo de falla	Tensión fragmentada



**Observaciones:** La información proporcionada por el cliente, tal como, tipo de madera y descripción, involucra su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos entregados bajo las condiciones de Laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.

**INGENIERO DE LAS**  
**CIENCIAS VILLACAS**  
**PROFESOR**  
Ing. Mercedes Villacas  
JEFE DE LABORATORIO

Telf.: 2976300  
Ext.: 1609





# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### FLEXIÓN EN MADERA

Código de Informe: FIM-01-002  
Fecha de Informe: 2021-01-28

Página 02 de 05

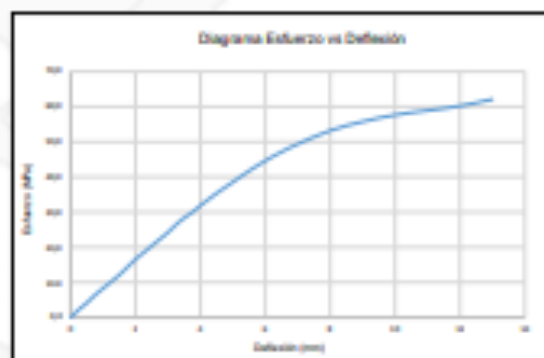
#### DATOS DEL CLIENTE

Restricción: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Descripción: Carga de Rodillos EN y Pandejo  
Teléfono: 22671700

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Isabel Paz  
Contratante: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Gerente: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Fiscalización: -  
Fecha de ensayo: 2021-01-16  
Tipo de Muestra: Control  
Norma: ASTM D143

DATOS DE LA MUESTRA	
Código interno	0214-02
Descripción	Control
Espe (mm)	25.2
Alura (mm)	26.0
Longitud (mm)	410.0
Long. libre (mm)	380.0
RESULTADOS DEL ENSAYO	
Área sección transversal (A) (mm <sup>2</sup> )	653.6
Carga máxima (P <sub>u</sub> ) (kN)	1.95
Carga límite de proporcionalidad (P <sub>0.2</sub> ) (kN)	1.00
Esfuerzo unitario límite proporcionalidad (ELP <sub>0.2</sub> ) (MPa)	31.8
Esfuerzo unitario (EM) (MPa)	62.1
Módulo de elasticidad (MOE) (MPa)	9627.0
Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	0.526
Contenido de humedad (%)	13.7
Tipo de falla	Tensión lateral



**Observaciones:** La información proporcionada por el cliente, tal como, tipo de muestra y descripción, involucra su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos ensayados bajo las condiciones de Laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.



INGENIERO DE LAS  
CIENCIAS VILLALBA  
INGENIERO  
Ing. Mercedes Villalba  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



## FLEXIÓN EN MADERA

Código de Informe: FMA-2014-03  
Fecha de Informe: 2025-05-20

Página 03 de 03

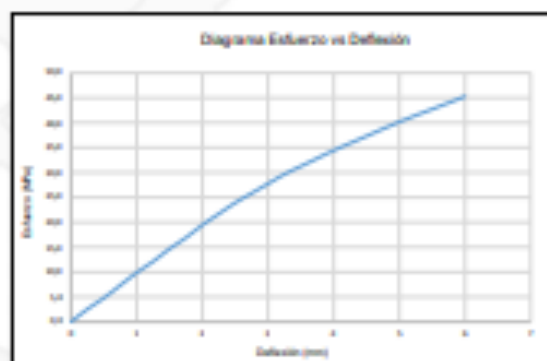
### DATOS DEL CLIENTE

Requisitante: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Dirección: Diego de Robles 55 y Punguila  
Teléfono: 2287-1150

### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Inés Paz  
Coordinador: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Controlador: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Fiscalizador: ---  
Fecha de ensayo: 2025-05-16  
Tipo de muestra: Control  
Muestra: A-0716-0-03

DATOS DE LA MUESTRA	
Código interno	0211-0-03
Descripción	Control
Espec (mm)	25.7
Alura (mm)	25.7
Longitud (mm)	410.0
Long. libre (mm)	380.0
RESULTADOS DEL ENSAYO	
Área sección transversal (S) (mm <sup>2</sup> )	658.8
Carga máxima (P <sub>u</sub> ) (kN)	1.42
Carga límite de proporcionalidad (P <sub>e</sub> ) (kN)	0.68
Esfuerzo unitario límite proporcionalidad (EUP <sub>e</sub> ) (MPa)	21.7
Esfuerzo unitario (EM) (MPa)	45.3
Módulo de elasticidad (MOE) (MPa)	8105.8
Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	0.555
Contenido de humedad (%)	14.1
Tipo de falla	Tensión fragmentaria



**Observaciones:** La información proporcionada por el cliente, tal como, tipo de muestra y descripción, involucra su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos ensayados bajo las condiciones de Laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS

Ing. Mercedes Villacís  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### FLEXIÓN EN MADERA

Código de Informe: FMA-25.002  
Fecha de Informe: 2025.05.28

Página 04 de 08

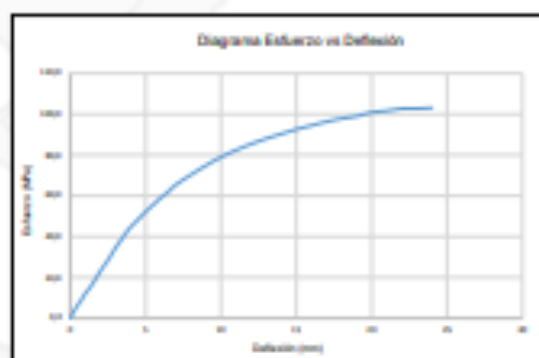
#### DATOS DEL CLIENTE

Razón social: Universidad San Francisco de Quito (USFQ)  
Dirección: Ciego de Piedra 616 y Punguila  
Teléfono: 2287 1700

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: Merituxel/Pur  
Contratante: Universidad San Francisco de Quito (USFQ)  
Contratista: Universidad San Francisco de Quito (USFQ)  
Fiscalización: -  
Fecha de ensayo: 2025.05.16  
TIPO DE MADERA: Melazaro  
NORMA: ASTM D 244

DATOS DE LA MUESTRA	
Código interno	021-E-08
Descripción	Melazaro
Base (mm)	26.3
Alura (mm)	26.2
Longitud (mm)	410.0
Luz libre (mm)	300.0
RESULTADOS DEL ENSAYO	
Área sección transversal (S) (mm <sup>2</sup> )	688.6
Carga máxima (P <sub>u</sub> ) (kN)	1.73
Carga límite de proporcionalidad (P <sub>y</sub> ) (kN)	1.28
Esfuerzo unitario límite proporcionalidad (ELP <sub>y</sub> ) (MPa)	46.3
Esfuerzo unitario (SM) (MPa)	46.3
Módulo de elasticidad (MOE <sub>0</sub> ) (MPa)	9371.6
Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	1.118
Contenido de humedad (%)	7.2
Tipo de falla	Tensión Simple



**Observaciones:** La información proporcionada por el cliente, tal como, tipo de madera y descripción, involucra su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos ensayados bajo las condiciones de Laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.



Ing. Mercedes Villac  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### FLEXIÓN EN MADERA

Código de Informe: FMA-2016-01  
Fecha de Informe: 2016-05-26

Página 01 de 01

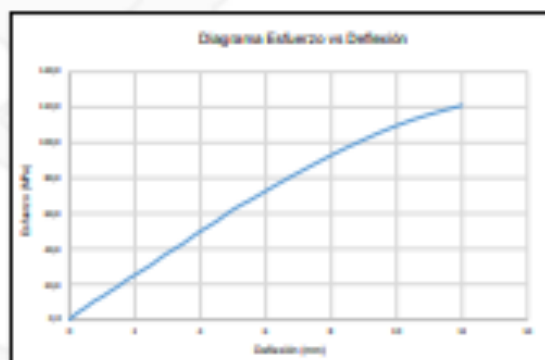
#### DATOS DEL CLIENTE

Requisición: Universidad San Francisco de Quito (USFQ)  
Dirección: Diego de Robles 546 y Punguá  
Teléfono: 29761100

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Inés del Pozo  
Contratante: Universidad San Francisco de Quito (USFQ)  
Contratista: Universidad San Francisco de Quito (USFQ)  
Fiscalización: -  
Fecha de ensayo: 16/05/2016  
Tipo de Muestra: Muestras  
Módulo: A37612-103

DATOS DE LA MUESTRA	
Código interno	0216-01
Descripción	Melastoma
Base (mm)	25.6
Alura (mm)	25.8
Longitud (mm)	411.0
Long. libre (mm)	361.0
RESULTADOS DEL ENSAYO	
Área sección transversal ( $S$ ) (mm <sup>2</sup> )	662.2
Carga máxima ( $P_{max}$ ) (kN)	2.63
Carga límite de proporcionalidad ( $P_L$ ) (kN)	2.30
Esfuerzo unitario límite proporcionalidad ( $R_{LP}$ ) (MPa)	72.6
Esfuerzo unitario (RM) (MPa)	83.1
Módulo de elasticidad ( $MOE$ ) (MPa)	10105.2
Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	0.862
Contenido de humedad (%)	12.3
Tipo de falla	Tensión fragmentada



**Observaciones:** La información proporcionada por el cliente, tal como, tipo de muestra y descripción, involucra su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos recogidos bajo las condiciones de Laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.



Ing. Mercedes Vilasis  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### FLEXIÓN EN MADERA

Código de Informe: FMA-05-00  
Fecha de informe: 2025-05-28

Página 05 de 05

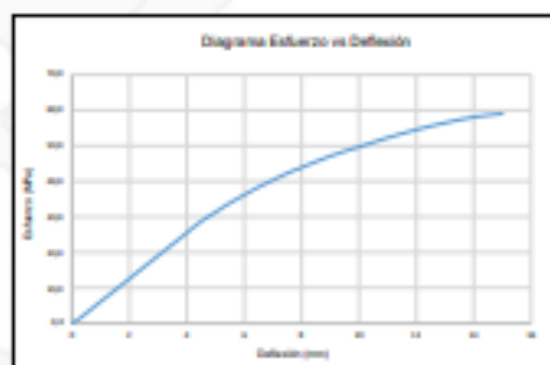
#### DATOS DEL CLIENTE

Razón social: Universidad San Francisco de Quito (USFQ)  
Dirección: Diego de Robles 544 y Punguila  
Teléfono: 2287 1700

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Inés Paz  
Contratante: Universidad San Francisco de Quito (USFQ)  
Contratista: Universidad San Francisco de Quito (USFQ)  
Fiscalización: ---  
Fecha de ensayo: 2025-05-16  
Tipo de madera: Mosaico  
Número: A276-0-04

DATOS DE LA MUESTRA	
Código interno	021-E-04
Descripción	Mosaico
Base (mm)	26,7
Alura (mm)	26,6
Longitud (mm)	411,0
Luz libre (mm)	361,0
RESULTADOS DEL ENSAYO	
Área sección transversal ( $S_0$ ) (mm <sup>2</sup> )	698,2
Carga máxima ( $P_{max}$ ) (kN)	1,29
Carga límite de proporcionalidad ( $P_L$ ) (kN)	0,97
Esfuerzo unitario límite proporcionalidad ( $\sigma_{LP}$ ) (MPa)	31,3
Esfuerzo unitario (RM) (MPa)	40,3
Módulo de elasticidad ( $MOE_L$ ) (MPa)	8212,6
Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	0,746
Contenido de humedad (%)	13,0
Tipo de falla	Tensión fragmentada



**Observaciones:** La información proporcionada por el cliente, tal como, tipo de madera y descripción, involucra su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos entregados bajo las condiciones de Laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.



LABORATORIO DE LAS  
INGENIERÍAS VILLACAS  
UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Ing. Mercedes Villacá  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### FLEXIÓN EN MADERA

Código de Informe: FMA-216-02  
Fecha de Informe: 2021-05-28

Página 07 de 08

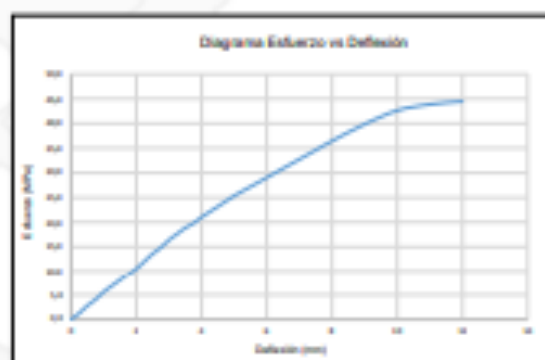
#### DATOS DEL CLIENTE

Entidad: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Dirección: Calle de Bolívar 545 y Pío Jaramillo  
Teléfono: 2287 7100

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: Merituxel Par  
Contratante: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Gerente: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Ejecución: no  
Fecha de entrega: 2021-05-28  
Tipo de Muestra: Muestras  
Norma: ASTM D 198

DATOS DE LA MUESTRA	
Código interno	0216-02
Descripción	Muestras
Especimen	20.0
Altera (mm)	20.0
Longitud (mm)	410.0
Long. libre (mm)	390.0
RESULTADOS DEL ENSAYO	
Área sección transversal ( $A_0$ ) (mm <sup>2</sup> )	673.7
Carga máxima ( $P_u$ ) (kN)	1.08
Carga límite de proporcionalidad ( $P_L$ ) (kN)	0.66
Esfuerzo máximo hasta proporcionalidad ( $\sigma_L$ ) (MPa)	44.8
Esfuerzo último (RM) (MPa)	32.7
Módulo de elasticidad (MOE) (MPa)	4388.8
Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	0.385
Contenido de humedad (%)	13.7
Tipo de falla	Tensión fractura



**Observaciones:** La información proporcionada por el cliente, tal como, tipo de muestra y descripción, involucra su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos recogidos bajo las condiciones de Laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.



Ing. Mercedes Villalón  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### FLEXIÓN EN MADERA

Código de Informe: FMA-25.002  
Fecha de Informe: 2025.05.28

Página 08 de 08

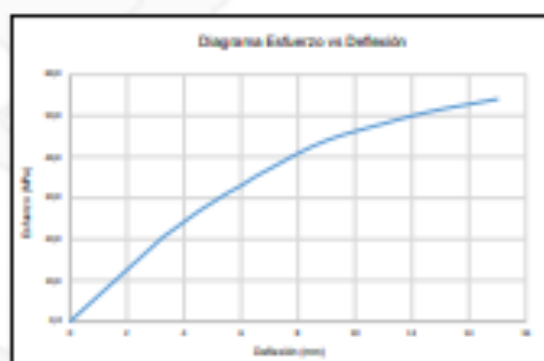
#### DATOS DEL CLIENTE

Razón social: Universidad San Francisco de Sales USFQ  
Dirección: Calle de Bolivia 800 y Pío Paez  
Teléfono: 2287 1100

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: Muestra de Piel  
Contratista: Universidad San Francisco de Sales USFQ  
Coordinador: Universidad San Francisco de Sales USFQ  
Fiscalizador: ---  
Fecha de ensayo: 2025.05.28  
TIPO DE MADERA: Mercurillo  
NORMA: ASTM D 1903

DATOS DE LA MUESTRA	
Código interno	021-E-08
Descripción	Mercurillo
Grosor (mm)	38.0
Ancho (mm)	20.7
Longitud (mm)	410.0
Long. libre (mm)	380.0
RESULTADOS DEL ENSAYO	
Área sección transversal (A) (mm <sup>2</sup> )	888.1
Carga máxima (P <sub>m</sub> ) (N)	1.18
Carga límite de proporcionalidad (P <sub>L</sub> ) (N)	0.73
Esfuerzo unitario límite proporcionalidad (ELP) (MPa)	22.9
Esfuerzo unitario (EM) (MPa)	37.1
Módulo de elasticidad (MOE) (MPa)	9134.7
Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	0.688
Contenido de humedad (%)	11.9
Tipo de falla	Tensión longitudinal



**Observaciones:** La información proporcionada por el cliente, tal como, tipo de madera y descripción, involucra su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos entregados bajo las condiciones de Laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.



UNIVERSIDAD DE LAS  
FACULTADES VILLALBA  
FRANCISCO

Ing. Mercedes Villalba  
JEFE DE LABORATORIO





# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### FLEXIÓN EN MADERA

Código de Informe: FMA-25.000  
Fecha de Informe: 2025.06.28

Página 08 de 08

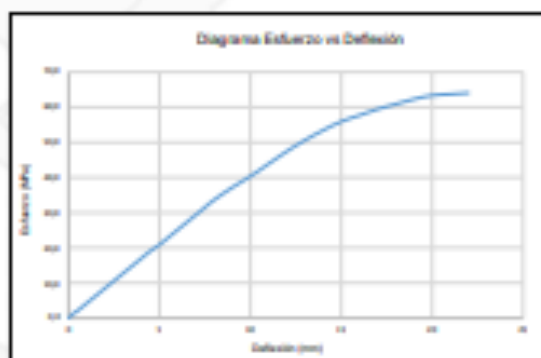
#### DATOS DEL CLIENTE

Rectoría: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Dirección: Diego de Robles 541 y Punguila  
Teléfono: 0011 5700

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Inés Pae  
Contratante: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Contratista: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Fiscalización: /  
Fecha de ensayo: 2025.06.16  
TIPO DE MADERA: Manzanillo  
NORMA: ASTM D 143

DATOS DE LA MUESTRA	
Código interno	0211-E-09
Descripción	Manzanillo
Especimen	36.8
Altura (mm)	24.8
Longitud (mm)	410.0
Long. libre (mm)	300.0
RESULTADOS DEL ENSAYO	
Área sección transversal ( $B$ ) ( $\text{mm}^2$ )	816.3
Carga máxima ( $P_{\text{máx}}$ ) (kN)	0.83
Carga límite de proporcionalidad ( $P_{\text{L}}$ ) (kN)	1.05
Esfuerzo unitario límite proporcionalidad (ELP) (MPa)	37.2
Esfuerzo unitario (EM) (MPa)	26.4
Módulo de elasticidad (MOE) (MPa)	3001.8
Densidad natural ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	0.417
Contenido de humedad (%)	90.1
Tipo de falla	Tensión longitudinal



**Observaciones:** La información proporcionada por el cliente, tal como, tipo de madera y descripción, involucra su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos ensayados bajo las condiciones de Laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.



VERIFICACIÓN DE LA  
FIRMA Y SELLO  
ELECTRÓNICO  
AUTÉNTICO

Ing. Mercedes Villalta  
JEFE DE LABORATORIO



## ANEXO 4: COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN MADERA



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CPEM-25-001  
Fecha de Informe: 2025.05.28

Página 01 de 08

#### DATOS DEL CLIENTE

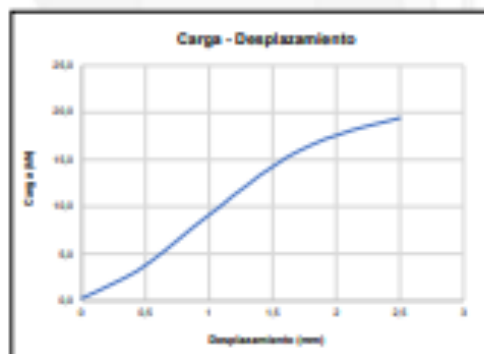
Razón social: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Dirección: Diego de Robles 574 y Pungu  
Teléfono: 22871700

#### DATOS DEL PROYECTO

Propietario: Mario Iván Paz  
Contratante: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Controlador: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Fiscalización: -  
NORMA: ASTM D143  
FECHA DE ENSAYO: 2025.05.19

Datos de la Muestra	
Código Interno	21-E-27
Descripción	Cedro
Base (mm)	50,67
Alto (mm)	50,67
Longitud (mm)	145,55

Resultados del ensayo	
Área sección transversal, $S$ (mm <sup>2</sup> )	2555,37
Carga Máxima, $P$ (kN)	19,42
Carga Límite Proporcionalidad (kN)	16,26
Resistencia unitaria máxima (MPa)	7,6
Resistencia Unitaria Límite Proporcional (MPa)	6,3
Peso de la muestra (g)	195,1
Contenido de humedad (%)	15,8



**Observaciones:** La información proporcionada por el cliente, tal como, descripción, incide en su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos arrojados bajo las condiciones de Laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.

**Autorizado por:**



Ing. Silvestre Villacís  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



## COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CPMA-25-001  
Fecha de Informe: 2025.05.28

Página 02 de 08

### DATOS DEL CLIENTE

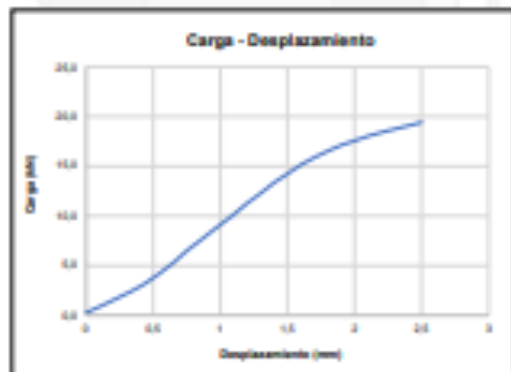
Razón social: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Dirección: Diego de Robles 514 y Pampán  
Teléfono: 2971.700

### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Inés Paz  
Contratante: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Controlado: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Fiscalización: -  
Norma: ASTM D143  
FECHA DE ENSAYO: 2025.05.19

Datos de la Muestra	
Código interno	25-01-38
Descripción	Cedro
Especimen	50.63
Ancho (mm)	50.64
Longitud (mm)	148.97

Resultados del ensayo	
Área sección transversal, $S$ (mm <sup>2</sup> )	2579.02
Carga Máxima, $P$ (kN)	19.62
Carga Límite Proporcionalidad (kN)	16.26
Resistencia unitaria máxima (MPa)	7.6
Resistencia Unitaria Límite Proporcional (MPa)	6.3
Peso de la muestra (g)	170.9
Contenido de humedad (%)	12.8



**Observaciones:** La información proporcionada por el cliente, así como, descripción, resultados y total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos entregados bajo las condiciones de laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.

Autorizado por:

  
INGENIERO DE LAS  
CIENCIAS FÍSICO-MATEMÁTICAS  
MERCEDÉS VILLACÍS  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



## COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CPEN-01-001  
Fecha de Informe: 2025.05.26

Página 02 de 08

### DATOS DEL CLIENTE

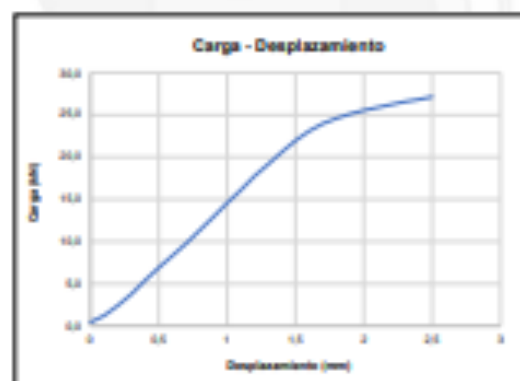
Razón social: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Descripción: Dingo de Robles SIN y Pampile  
Teléfono: 2971700

### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Isabel Paz  
Contratista: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Controlador: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Fiscalización: -  
Norma: ASTM D143  
Fecha de Emisión: 2025.05.19

Datos de la Muestra	
Código Interno	21-01-00
Descripción	Control
Ejes (mm)	50.78
Sección (mm)	50.61
Longitud (mm)	150.00

Resultados del ensayo	
Área sección transversal, S (mm <sup>2</sup> )	2575.62
Carga Máxima, P (kN)	27.14
Carga Límite Proporcionalidad (kN)	21.80
Resistencia unitaria máxima (MPa)	10.5
Resistencia Unitaria Límite (Proporcional) (MPa)	8.5
Peso de la muestra (g)	208.4
Contenido de humedad (%)	10.5



### Observaciones:

La información proporcionada por el cliente, así como, descripción, involucra su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos entregados bajo las condiciones de laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.

### Autorizado por:



INGENIERO DE LAS  
CIENCIAS FÍSICO-MATEMÁTICAS  
Especialidad en Mecánica

Ing. Severino Villacís  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



## COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CPEN-01-001  
Fecha de Informe: 2025.05.26

Página 01 de 08

### DATOS DEL CLIENTE

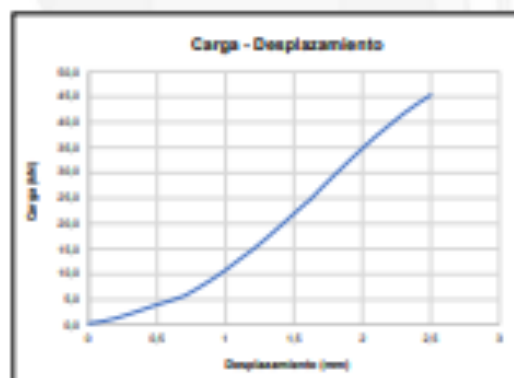
Razón social: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Dirección: Diego de Robles 504 y Pampile  
Teléfono: 29717000

### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: Merit Island Paz  
Contratista: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Controlador: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Fiscalización: N/A  
Norma: ASTM D143  
FECHA DE ENSAYO: 2025.05.19

Datos de la Muestra	
Código Interno	21.8.40
Descripción	Matorrales
Baza (mm)	48.80
Ancho (mm)	48.80
Longitud (mm)	180.01

Resultados del ensayo	
Área sección transversal, $S$ (mm <sup>2</sup> )	2380.64
Carga Máxima, $P$ (kN)	45.34
Carga Límite Proporcionalidad (kN)	40.71
Resistencia unitaria máxima (MPa)	17.8
Resistencia Unitaria Límite Proporcional (MPa)	16.1
Peso de la muestra (g)	302.7
Contenido de humedad (%)	11.8



**Observaciones:** La información proporcionada por el cliente, tal como, descripción, involucra su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos recogidos bajo las condiciones de Laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.

Autorizado por:



INGENIERO DE LA SALUD  
INGENIERO VILLALBA  
INGENIERO

Ing. Mercedes Villalba  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



## COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CPMA-26-001  
Fecha de Informe: 2025.05.28

Página 02 de 08

### DATOS DEL CLIENTE

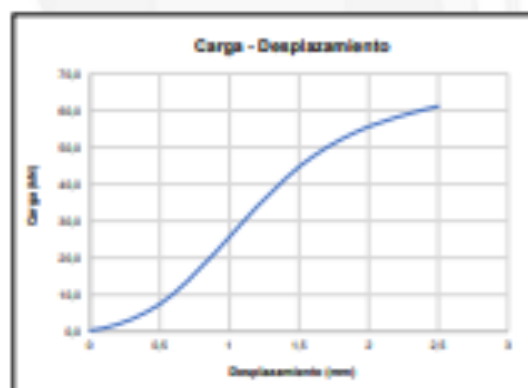
Razón social: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Dirección: Diego de Robles S/N y Pampile  
Teléfono: 22871750

### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Inés Paz  
Contratante: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Controlada: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Fiscalización: -  
NORMA: ASTM D143  
FECHA DE ENSAYO: 2025.05.19

Datos de la Muestra	
Código interno	21-B-07
Descripción	Melazano
Espec (mm)	48.50
Ancho (mm)	48.72
Longitud (mm)	148.53

Resultados del ensayo	
Área sección transversal, $S$ (mm <sup>2</sup> )	2336.80
Carga Máxima, $P$ (kN)	41.12
Carga Límite Proporcionalidad (kN)	38.14
Resistencia unitaria máxima (MPa)	26.1
Resistencia Unitaria Límite Proporcional (MPa)	16.4
Peso de la muestra (g)	310.8
Contenido de humedad (%)	11.0



### Observaciones:

La información proporcionada por el cliente, tal como, descripción, muestra su total responsabilidad.  
Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos ensayados bajo las condiciones de laboratorio.  
El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.

### Autorizado por:



Ing. Mercedes Villacís  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CPMA-26-001  
Fecha de Informe: 2025.05.28

Página 06 de 08

#### DATOS DEL CLIENTE

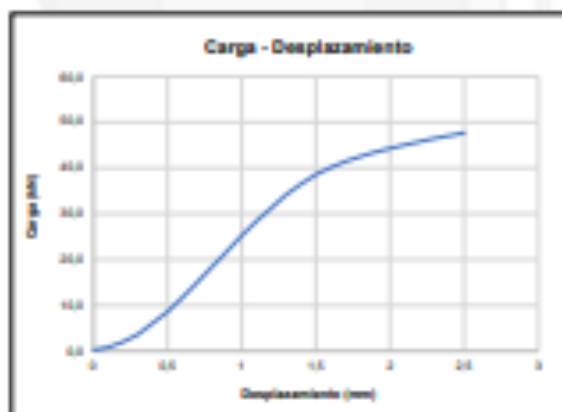
Nombre del Cliente: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Dirección: Diego de Robles 5/N y Punguila  
Teléfono: 20871700

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Isabel Paz  
Contratante: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Contratista: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Fiscalización: IT  
NORMA: ASTM D143  
FECHA DE ENSAYO: 2025.05.19

Datos de la Muestra	
Código Interno	21-E-02
Descripción	Matorrales
Base (mm)	48.54
Ancho (mm)	48.67
Longitud (mm)	150.64

Resultados del ensayo	
Área sección transversal, $S$ (mm <sup>2</sup> )	2317.62
Carga Máxima, $P$ (kN)	47.68
Carga Límite Proporcionalidad (kN)	30.68
Resistencia unitaria máxima (MPa)	18.9
Resistencia Unitaria Límite Proporcional (MPa)	12.1
Peso de la muestra (g)	273.3
Contenido de humedad (%)	12.8



#### Observaciones:

La información proporcionada por el cliente, tal como, descripción, incidencia es total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos arrojados bajo las condiciones de laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.

#### Autorizado por:



INGENIERA DE LAS  
CIENCIAS VILLACÍS  
MERCEDES

Ing. Mercedes Villacís  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



## COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CPEN-26-001  
Fecha de Informe: 2026.06.28

Página 07 de 08

### DATOS DEL CLIENTE

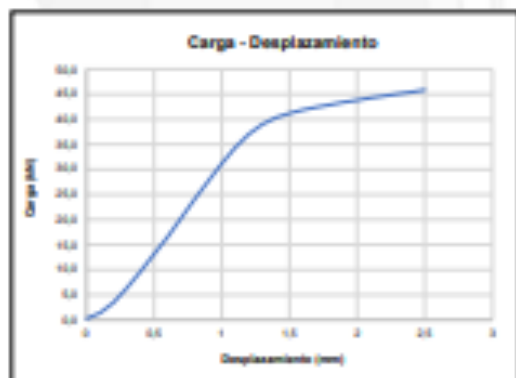
Razón social: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Dirección: Ciego de Robles 504 y Pampalea  
Teléfono: 29871750

### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Isabel Paz  
Contratante: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Controlado: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Fiscalización: no  
Norma: ASTM D143  
Fecha de Ensayo: 2026.06.19

Datos de la Muestra	
Código Interno	21-E-03
Descripción	Muevillo
Espesor (mm)	50.08
Ancho (mm)	50.28
Longitud (mm)	168.89

Resultados del ensayo	
Área sección transversal, $S$ (mm <sup>2</sup> )	2505.07
Carga Máxima, $P$ (kN)	45.84
Carga Límite Proporcionalidad (kN)	36.86
Resistencia unitaria máxima (MPa)	18.3
Resistencia Unitaria Límite Proporcional (MPa)	14.7
Peso de la muestra (g)	276.2
Contenido de humedad (%)	13.2



### Observaciones:

La información proporcionada por el cliente, tal como, descripción, involucra su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos recogidos bajo las condiciones de laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.

### Autorizado por:



INGENIERO DE LAS  
CIENCIAS FÍSICO-MATEMÁTICAS  
FÍSICO-MATEMÁTICAS

Ing. Mercedes Villacís  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



## COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CPEM-25-001  
Fecha de Informe: 2025.05.28

Página 02 de 03

### DATOS DEL CLIENTE

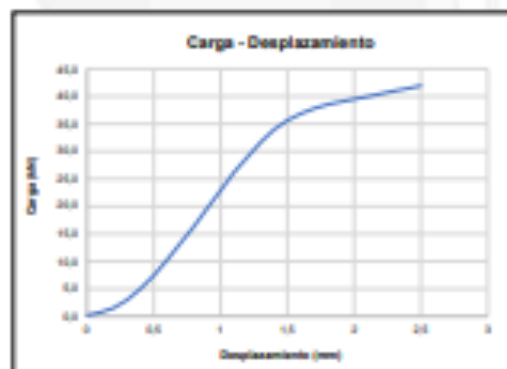
Razón social: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Dirección: Ciego de Robles SN y Pampale  
Teléfono: 2971750

### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Inés Paz  
Contratante: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Controlado: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Fiscalización: no  
Norma: ASTM D143  
FECHA DE ENSAYO: 2025.05.19

Datos de la Muestra	
Código interno	21-01-01
Descripción	Mercadería
Espec (mm)	50.23
Ancho (mm)	50.28
Longitud (mm)	168.55

Resultados del ensayo	
Área sección transversal, $S$ (mm <sup>2</sup> )	2502.89
Carga Máxima, $P$ (kN)	41.93
Carga Límite Proporcionalidad (kN)	30.59
Resistencia unitaria máxima (MPa)	16.4
Resistencia Unitaria Límite Proporcional (MPa)	12.8
Peso de la muestra (g)	279.3
Contenido de humedad (%)	13.9



**Observaciones:** La información proporcionada por el cliente, al ser de descripción, involucra su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos arrojados bajo las condiciones de Laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.

**Autorizado por:**

  
Ing. Mercedes Villalón  
JEFE DE LABORATORIO





# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



## COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CPEN-20-001  
Fecha de Informe: 2020.06.26

Página 06 de 06

### DATOS DEL CLIENTE

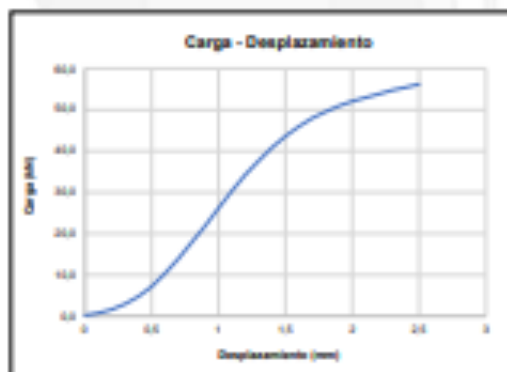
Razón social: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Dirección: Diego de Robles 534 y Pampale  
Teléfono: 2971700

### DATOS DEL PROYECTO

Propósito: María Isabel Paz  
Contratante: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Contratista: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Finalización: 111  
NORMA: ASTM D143  
FECHA DE ENSAYO: 2020.06.19

Datos de la Muestra	
Código Interno	21-E-05
Descripción	Moravilla
Base (mm)	50.50
Ancho (mm)	49.82
Longitud (mm)	148.87

Resultados del ensayo	
Área sección transversal, $S$ (mm <sup>2</sup> )	2508.26
Carga Máxima, $P$ (N)	58.21
Carga Límite Proporcionalidad (N)	40.66
Resistencia unitaria máxima (MPa)	23.2
Resistencia Unitaria Límite Proporcional (MPa)	16.2
Peso de la muestra (g)	279.3
Contenido de humedad (%)	12.0



**Observaciones:** La información proporcionada por el cliente, tal como, descripción, involucra su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos ensayados bajo las condiciones de Laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.

Autorizado por:



Ing. Mercedes Villacís  
JEFE DE LABORATORIO

## ANEXO 5: CLIVAJE DE MADERA



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



## CLIVAJE EN MADERA

Código de Informe: CLM-25-001  
Fecha de Informe: 2025-05-28

Hoja 01 de 02

## DATOS DEL CLIENTE

Razón social: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Dirección: Diego de Robles SN y Pampile  
Teléfono: 20871700

## DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Isabel Paez  
Contratante: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Controlador: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Fiscalizador: \*\*\*

NORMA: ASTM D143  
FECHA DE ENVÍO: 2025-05-22

Código Interno		021-B-01	021-B-02	021-B-03	***
Descripción		Cedrela	Cedrela	Cedrela	***
Área de ensaje	Longitud (mm)	75.80	75.87	75.80	***
	Ancho (mm)	50.83	50.25	50.96	***
Carga máxima (kN)		1.98	2.58	1.88	***
Carga por mm de ancho (kN/mm)		39.0	51.3	36.9	***
Contenido de humedad (%)		10.8	10.3	14.2	***
Esquema					
					
Código Interno		021-B-02	021-B-03	021-B-04	***
Descripción		Metacoma	Metacoma	Metacoma	***
Área de ensaje	Longitud (mm)	76.07	76.28	76.96	***
	Ancho (mm)	50.03	49.23	49.87	***
Carga máxima (kN)		1.76	2.49	2.78	***
Carga por mm de ancho (kN/mm)		35.20	50.60	55.70	***
Contenido de humedad (%)		12.6	12.6	13.2	***
Esquema					***
					***

Observaciones: La información proporcionada por el cliente, tal como, descripción, involucra su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los items ensajados bajo las condiciones de Laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.

Autorizado por:



INGENIERA DE LAS  
CIENCIAS FÍSICAS  
FRANCISCO  
Ing. Mercedes Villacís  
JEFE DE LABORATORIO

Tel.: 2976300  
Ext.: 1609



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



## CLIVAJE EN MADERA

Código de Informe: CLM-25-001  
Fecha de Informe: 2023-05-26

Página 02 de 02

### DATOS DEL CLIENTE

Razón social: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Dirección: Canga de Roldán 354 y Pangoa  
Teléfono: 22611700

### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: Mito Hotel Pico  
Contratante: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Contratista: Universidad San Francisco De Quito USFQ  
Prestación: \*\*\*  
NORMA: ASTM D143  
FECHA DE ENSAYO: 2023-05-22

Código interno	021-8-25	021-8-26	021-8-27	***
Descripción	Melastoma	Melastoma	Melastoma	***
Área de clivaje	Longitud (mm)	76,69	76,41	76,73
	Ancho (mm)	50,09	50,09	49,27
Carga máxima (kN)	1,78	2,22	2,26	***
Carga por mm de ancho (N/mm)	35,50	44,30	45,90	***
Contenido de humedad (%)	17,6	13,4	16,9	***
Esquema				***
				***
Código interno	***	***	***	***
Descripción	***	***	***	***
Área de clivaje	Longitud (mm)	***	***	***
	Ancho (mm)	***	***	***
Carga máxima (kN)	***	***	***	***
Carga por mm de ancho (N/mm)	***	***	***	***
Contenido de humedad (%)	***	***	***	***
Esquema	***	***	***	***
	***	***	***	***

Observaciones: La información proporcionada por el cliente, así como, descripciones, involucra su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los items ensayados bajo las condiciones de Laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.

Autorizado por:



Telf.: 2976100

## ANEXO 6: TRACCIÓN PERPENDICULAR EN MADERA



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS

**TRACCIÓN PERPENDICULAR EN MADERA**

**Código de Informe:** TP358-25-001  
**Fecha de Informe:** 2025-05-28




Página 01 de 02

**DATOS DEL CLIENTE**

**Razón social:** Universidad San Francisco De Quito (USFQ)  
**Dirección:** Diego de Robles 375 y Pampile  
**Teléfono:** 22871700

**DATOS DEL PROYECTO**

**Proyecto:** María Isabel Páez  
**Contratante:** Universidad San Francisco De Quito (USFQ)  
**Contratista:** Universidad San Francisco De Quito (USFQ)  
**Fiscalizador:** ---  
**NORMA:** ASTM D1983  
**FECHA DE ENSAYO:** 2025-05-22

Código Informe	021-B-10	021-B-11	021-B-12	---
Descripción	Cedrela	Cedrela	Cedrela	---
Área de Inyección	Longitud (mm)	51,11	50,84	50,37
	Área (mm²)	26,08	25,41	25,03
Carga máxima (N)	4,56	4,28	4,21	---
Resistencia a tracción (MPa)	3,6	4,5	3,3	---
Contenido de humedad (%)	55,6	55,3	56,1	---
Esquema				---
				---

Código Informe	021-B-13	021-B-14	021-B-15	---
Descripción	Melastoma	Melastoma	Melastoma	---
Área de Inyección	Longitud (mm)	49,63	49,50	49,61
	Área (mm²)	20,00	22,18	23,43
Carga máxima (N)	3,45	6,18	3,58	---
Resistencia a tracción (MPa)	2,0	6,6	2,0	---
Contenido de humedad (%)	11,8	13,9	15,5	---
Esquema				---
				---

**Observaciones:** La información proporcionada por el cliente, tal como descripciones, incluye su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los items ensayados bajo las condiciones de Laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.

**Autorizado por:**



**INGENIERO DE LAB.**  
**INGENIERO DE LAB.**  
**INGENIERO**

Ing. Mercedes Villac  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### TRACCIÓN PERPENDICULAR EN MADERA

Código de Informe: TP3M-25-001

Fecha de Informe: 2025-05-28

Hoja 02 de 02

#### DATOS DEL CLIENTE

Razón social: Universidad San Francisco De Quito USFQ

Dirección: Diego de Robles 379 y Pampilla

Teléfono: 22871130

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Isabel Paz







Contratante: Universidad San Francisco De Quito USFQ

Contratista: Universidad San Francisco De Quito USFQ

Fiscalidad: \*\*

NORMA: ASTM D143

FECHA DE ENSAYO: 2025-05-20

Código Interno	021-B-16	021-B-17	021-B-18	...
Descripción	Manzanillo	Manzanillo	Manzanillo	...
Área de tracción	Longitud (mm)	49.68	50.26	50.31
	Ancho (mm)	23.43	24.03	23.86
Carga máxima (kN)	2.88	3.52	3.57	...
Resistencia a tracción (MPa)	2.9	4.9	3.1	...
Contenido de humedad (%)	11.5	9.8	12.3	...
Esquema				...
				...

Código Interno	...	...	...	...
Descripción	...	...	...	...
Área de tracción	Longitud (mm)	...	...	...
	Ancho (mm)	...	...	...
Carga máxima (kN)	...	...	...	...
Resistencia a tracción (MPa)	...	...	...	...
Contenido de humedad (%)	...	...	...	...
Esquema	...	...	...	...
	...	...	...	...

#### Observaciones:

La información proporcionada por el cliente, tal como descripciones, incluye su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los items ensayados bajo las condiciones de Laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.

#### Autorizado por:



INGENIERO DE OBRAS  
MATERIALES Y MECÁNICA  
ESTRUTURAS

Ing. Mercedes Villalón  
JEFE DE LABORATORIO

## ANEXO 7: COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN MADERA



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CPMA02L001  
Fecha de Informe: 2020.05.26

Página 01 de 08

#### DATOS DEL CLIENTE

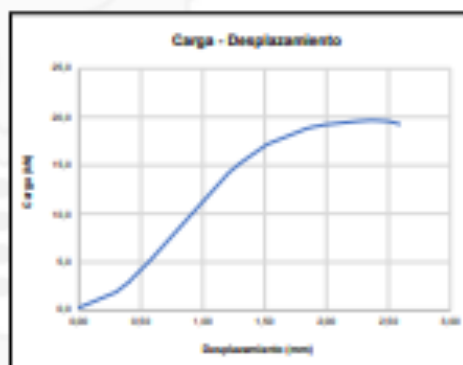
Requisito: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Dirección: Calle de Rodas 534 y Píezaga  
Teléfono: 2971 700

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Isabel Paz  
Contratante: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Contratista: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Fiscalización: ---  
Norma: ASTM D 143  
FECHA DE ENSAYO: 2020.05.19

Datos de la Muestra	
Código interno	021.02.28
Descripción	Cedro
Altera, l (mm)	15,12
Separación aberturas, H (mm)	15,12
l (l)	1,80
Boca 1 (mm)	2,62
Boca 2 (mm)	2,61

Resultados del ensayo	
Área sección transversal, $S_c$ (mm <sup>2</sup> )	9,89
Carga Máxima, P (kN)	15,65
Carga Límite Proporcionalidad (kN)	11,26
Resistencia unitaria máxima (MPa)	28,7
Resistencia Unitaria Límite Proporcional (MPa)	22,3
Contenido de humedad (%)	14,7
Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	0,914
Tipo de falla:	Compresión



#### Observaciones:

La información proporcionada por el cliente, tal como, descripción, muestra su total responsabilidad.  
Los resultados reportados en este informe reflejan los resultados obtenidos en los ensayos realizados bajo las condiciones de laboratorio.  
El contenido de humedad informado representa únicamente los resultados obtenidos en la administración del LEMSUR.



INFORMACIÓN DEL LABORATORIO  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS

Ing. Sebastián Vilella  
JEFE DE LABORATORIO

Tel.: 2976300  
Ext.: 1600



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CP0026.000

Fecha de Informe: 2020.05.28

Página 02 de 05

#### DATOS DEL CLIENTE

Restón Local: Universidad San Francisco de Quito USFQ

Dirección: Diego de Robles 500 y Píntag

Teléfono: 29761300

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Isabel Paz

Contratante: Universidad San Francisco de Quito USFQ

Controlador: Universidad San Francisco de Quito USFQ

Finalidad: ---

NORMA: ASTM D143

FECHA DE ENSAYO: 2020.05.19

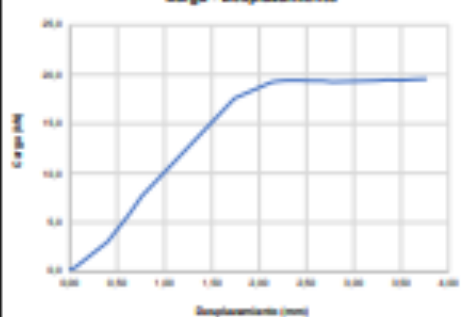
#### Datos de la Muestra

Código interno	021.0.20
Descripción	Cedrela
Altura, $h$ (mm)	52.18
Separación alar alfileres, $H$ (mm)	52.18
$L/H$	1.80
Base 1 (mm)	2.64
Base 2 (mm)	2.61

#### Resultados del ensayo

Área transversal $A_0$ ( $\text{cm}^2$ )	0.00
Carga Máxima, $P$ (kN)	15.04
Carga Límite Proporcionalidad (kN)	17.08
Resistencia unitaria máxima (MPa)	26.4
Resistencia Unitaria Límite Proporcional (MPa)	24.6
Contenido de humedad (%)	14.0
Densidad natural ( $\text{g/cm}^3$ )	0.662
Tipo de falla:	Compresión

#### Carga - Desplazamiento



#### Fotografía de la falla



#### Observaciones:

La información proporcionada por el cliente, la norma, los equipos, los materiales son de su responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos obtenidos bajo las condiciones de laboratorio. El usuario del presente informe acepta responsabilidad por el uso de la información del LEMSUR.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS

Ing. Wilfredo Villacís  
JEFE DE LABORATORIO





# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CP0002020

Fecha de Informe: 2020.05.26

Página 02 de 05

#### DATOS DEL CLIENTE

Razón social: Universidad San Francisco de Quito USFQ

Dirección: Diego de Robles 540 y Pío Jaramillo

Teléfono: 2971100

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Isabel Paz

Contratante: Universidad San Francisco de Quito USFQ

Controlador: Universidad San Francisco de Quito USFQ

Facilitador: ---

NORMA: ASTM D143

FECHA DE ENSAYO: 2020.05.19

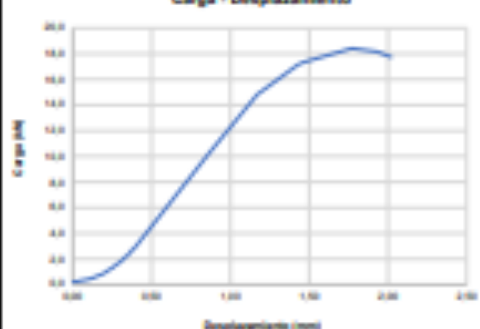
#### Datos de la Muestra

Código interno	001.0.00
Descripción	Corteño
Altera, L (mm)	65,14
Esperación alterada, H (mm)	65,14
L/L	1,00
Base 1 (mm)	2,83
Base 2 (mm)	2,83

#### Resultados del ensayo

Área transversal (mm <sup>2</sup> )	8,03
Carga Máxima, P (kN)	18,62
Carga Límite Proporcionalidad (kN)	14,81
Resistencia unitaria máxima (MPa)	23,2
Resistencia Unitaria Límite Proporcional (MPa)	21,4
Contenido de humedad (%)	16,4
Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	0,505
Tipo de falla:	Distorsión

#### Carga - Desplazamiento



#### Fotografía de la falla



#### Observaciones:

La información proporcionada por el cliente, así como, descripción, incidencia en toda responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos obtenidos bajo las condiciones del laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.



UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS

Ing. Wladimir Villac  
JEFE DE LABORATORIO





# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CPMS02.009

Fecha de Informe: 2024.05.28

Página 04 de 05

#### DATOS DEL CLIENTE

Restricción: Universidad San Francisco de Quito USFQ

Dirección: Calle de Rolón S/N y Píezola

Teléfono: 22871700

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Isabel Paz

Contratante: Universidad San Francisco de Quito USFQ

Contratista: Universidad San Francisco de Quito USFQ

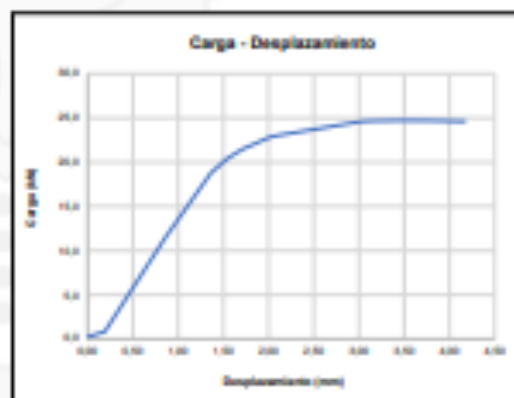
Finalización: ---

NORMA: ASTM D143

FECHA DE ENSAYO: 2024.05.15

Datos de la Muestra	
Código interno	024.2.04
Descripción	Misocoma
Altura, $h$ (mm)	66,14
Separación alar, $l$ (mm)	55,13
$l/l_0$	1,00
Base 1 (mm)	2,62
Base 2 (mm)	2,62

Resultados del ensayo	
Área sección transversal, $S$ (mm <sup>2</sup> )	6,87
Carga Máxima, $P$ (kN)	24,73
Carga Límite Proporcionalidad (kN)	16,84
Resistencia unitaria máxima (MPa)	36,0
Resistencia Unitaria Límite Proporcional (MPa)	27,4
Contenido de humedad (%)	12,3
Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	0,766
Tipo de falla	Compresión



#### Observaciones:

La información proporcionada por el cliente, tal como, descripción, incide en su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente al laboratorio que emite el presente informe. El contenido del presente informe no puede reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.



UNIVERSIDAD DE SAN FRANCISCO DE QUITO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS

Ing. Mercedes Vilca  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CP00426.009

Fecha de Informe: 2020.04.26

Página 01 de 08

#### DATOS DEL CLIENTE

Razón social: Universidad San Francisco de Quito USFQ

Dirección: Calle de Bolívar 504 y Punguila

Teléfono: 22871100

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Isabel Paz

Contratante: Universidad San Francisco de Quito USFQ

Contratista: Universidad San Francisco de Quito USFQ

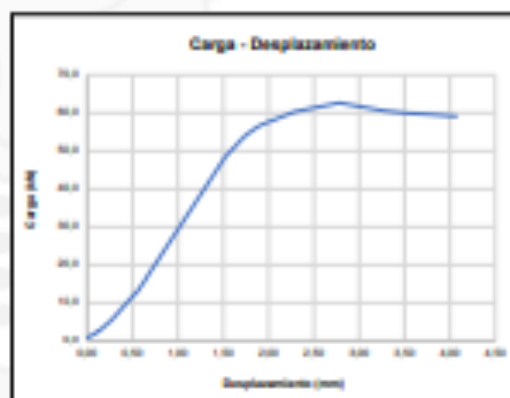
Facultad: ---

NORMA: ASTM D143

FECHA DE ENVÍO: 2020.04.19

Datos de la Muestra	
Código interno	001.0.32
Descripción	Misocorno
Altura, $h$ (mm)	61.03
Separación alar alfileres, $H$ (mm)	61.03
$L/H$	1.00
Base 1 (mm)	2.01
Base 2 (mm)	2.00

Resultados del ensayo	
Área superficial transversal, $A$ (mm <sup>2</sup> )	0.77
Carga Máxima, $P$ (kN)	61.68
Carga Límite Proporcionalidad (kN)	48.30
Resistencia unitaria máxima (MPa)	62.6
Resistencia Unitaria Límite Proporcional (MPa)	71.4
Contenido de humedad (%)	7.8
Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	1.111
Tipo de falla:	Carga por falla



#### Observaciones:

La deformación proporcional fue el 48.30% del valor de carga máxima. Incidencia de falla: compresión.  
Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos a los que se sometió el material en el laboratorio.  
El contenido del presente informe respalda representativa parcialmente con la autorización del LEMSUR.



UNIVERSIDAD DE LAS  
AMÉRICAS VILLALBA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

Ing. Mercedes Villalba  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



## COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CP00426.00  
Fecha de Informe: 2025.05.26

Página 06 de 06

### DATOS DEL CLIENTE

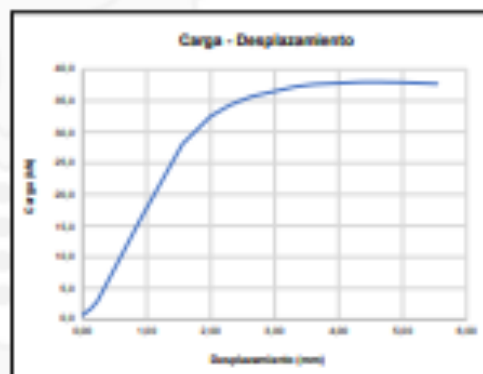
Razón social: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Dirección: Ciego de Robles SN y Pungu  
Teléfono: 29761700

### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Isabel Paz  
Contratante: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Contratista: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Fase/Actividad: ---  
Norma: ASTM D143  
Fecha de Entrega: 2025.05.19

Datos de la Muestra	
Código interno	21.2.20
Descripción	Misacoma
Altera, l (mm)	65.00
Separación alfileres, H (mm)	65.00
L x b	1.00
Base 1 (mm)	2.63
Base 2 (mm)	2.61

Resultados del ensayo	
Área sección transversal, A (cm <sup>2</sup> )	0.80
Carga Máxima, P (kN)	37.06
Carga Límite Proporcionalidad (kN)	26.07
Resistencia unitaria máxima (MPa)	55.3
Resistencia Unitaria Límite Proporcional (MPa)	40.9
Contenido de humedad (%)	10.0
Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	0.808
Tipo de falla:	Distorsión y separación



### Observaciones:

La información proporcionada por el cliente, así como, descripción, involucra su total responsabilidad.  
Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos obtenidos bajo las condiciones de laboratorio.  
El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.



Ing. Wladimir Vilaca  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CPMA202001  
Fecha de Informe: 2020.05.26

Página 17 de 28

#### DATOS DEL CLIENTE

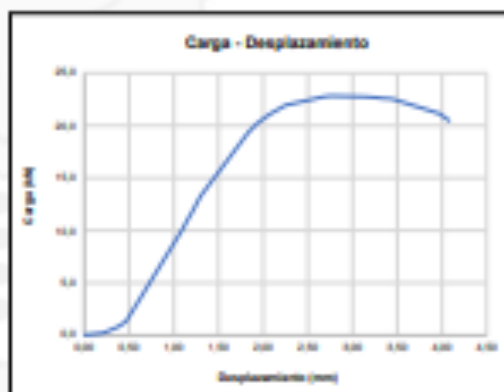
Razón social: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Dirección: Diego de Robles 544 y Pírpala  
Teléfono: 22871100

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Isabel Paz  
Contratante: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Contratista: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Fiscalización: / /  
Norma: ASTM D143  
FECHA DE ENSAYO: 2020.05.19

Datos de la Muestra	
Código interno	021.2.26
Descripción	Muevendo
Altera, 1 (mm)	51,10
Esperón altera, 14 (mm)	51,10
L14	1,00
Rosa 1 (mm)	2,00
Rosa 2 (mm)	2,00

Resultados del ensayo	
Área sección transversal, $A$ (mm <sup>2</sup> )	8,04
Carga Máxima, $P$ (kN)	22,62
Carga Límite Proporcionalidad (kN)	10,31
Resistencia unitaria máxima (MPa)	28,1
Resistencia Unitaria Límite Proporcional (MPa)	12,8
Contenido de humedad (%)	13,0
Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	0,880
Logo de LEMSUR	LABORATORIO



**Observaciones:** La información proporcionada por el cliente, tal como, descripción, incide en total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos e imágenes bajo las condiciones de laboratorio. El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.



VERIFICA DE LAS  
IMPRESIONES VINCULADAS  
A ESTE INFORME

Ing. Maximiliano Vilas  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



### COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CP006.05.00  
Fecha de Informe: 2025.05.28

Página 08 de 08

#### DATOS DEL CUENTE

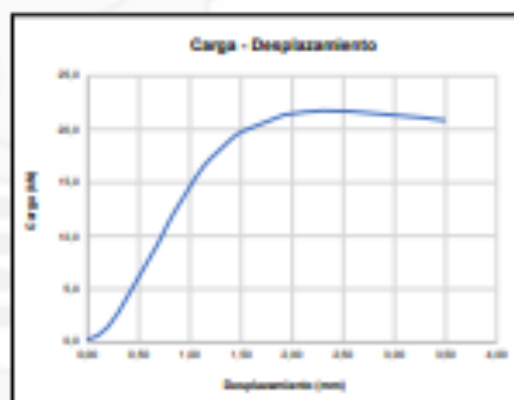
Razón social: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Dirección: Diego de Robles S/N y Píntag  
Teléfono: 2971 700

#### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Isabel Paz  
Contratante: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Contratista: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Finalidad: ...  
Norma: ASTM D-143  
FECHA DE ENSAYO: 2025.05.19

Datos de la Muestra	
Código interno	001.0.00
Descripción	Muestras
Altura, $h$ (mm)	50.00
Separación alveolar, $H$ (mm)	50.00
Lado	1.00
Base 1 (mm)	2.00
Base 2 (mm)	2.00

Resultados del ensayo	
Área superficial transversal, $A$ (cm <sup>2</sup> )	0.07
Carga Máxima, $P$ (kN)	21.70
Carga Límite Proporcionalidad (kN)	10.00
Resistencia unitaria máxima (MPa)	32.0
Resistencia Unitaria Límite Proporcional (MPa)	23.0
Contenido de humedad (%)	13.0
Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	0.600
Tipo de fuste	Caulobondo



**Observaciones:** La información proporcionada por el cliente, al cliente, describe, incluye su total responsabilidad. Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos experimentales bajo las condiciones del laboratorio. El contenido del presente informe responde estrictamente a la información del cliente.



UNIVERSIDAD DE QUITO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA

Ing. Mercedes Villac  
JEFE DE LABORATORIO



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS



## COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA EN MADERA

Código de Informe: CP044.01.001  
Fecha de Informe: 2020.05.26

Página 01 de 02

### DATOS DEL CLIENTE

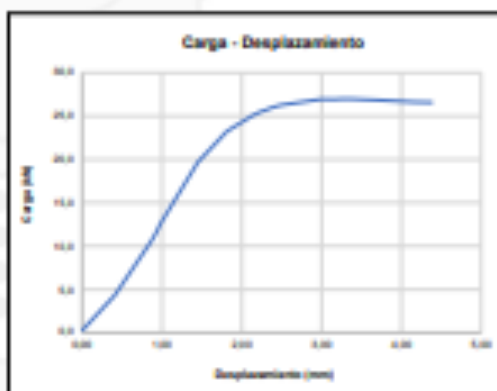
Nombre entidad: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Dirección: Diego de Robles 530 y Píntag  
Teléfono: 2971 700

### DATOS DEL PROYECTO

Proyecto: María Isabel Par  
Contratante: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Contratista: Universidad San Francisco de Quito USFQ  
Finalidad: ---  
Norma: ASTM D143  
Fecha de Ensayo: 2020.05.19

Datos de la Muestra	
Código interno	021.8.05
Descripción	Muestrillo
Altura, $h$ (mm)	51,10
Separación alaravates, $l$ (mm)	51,10
$l/b$	1,60
Base 1 (mm)	3,07
Base 2 (mm)	3,08

Resultados del ensayo	
Área sección transversal, $S$ (mm <sup>2</sup> )	8,07
Carga Máxima, $P$ (kN)	24,97
Carga Límite Proporcionalidad (kN)	19,59
Resistencia vertical máxima (MPa)	30,8
Resistencia Límite Límite Proporcional (MPa)	24,3
Contenido de humedad (%)	11,4
Densidad natural (g/cm <sup>3</sup> )	0,769
Tipo de falla:	Cualitativa



### Observaciones:

La información proporcionada por el cliente, se recibe, describe, analiza su total responsabilidad.  
Los resultados reportados en el presente informe corresponden únicamente a los datos obtenidos bajo las condiciones del laboratorio.  
El contenido del presente informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización del LEMSUR.



Ing. Mercedes Villacís  
JEFE DE LABORATORIO

## AGRADECIMIENTO

Esta tesis no habría sido posible sin la guía, el acompañamiento y la paciencia de quienes caminaron a mi lado en este viaje académico.

Agradezco profundamente a mi tutor Andrés Pazmiño PhD (c), por su gran sabiduría y por enseñarme que la investigación es también un arte que se cultiva con rigor y pasión.

A los profesores que marcaron mi camino académico, gracias por cada lección que dejó huella, por los debates que despertaron ideas y por enseñarme que el conocimiento adquiere verdadero sentido cuando se comparte y transforma en algo tangible.

A mi familia, mi esposo, mis hijas, gracias por su fe inquebrantable en mí incluso en los días en que yo dudaba, me dieron fuerza cuando más lo necesitaba.

Esta tesis también es para que un día sepan que los sueños, aunque difíciles, se alcanzan con amor y constancia