



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL BAMBÚ,  
COMO BIOMATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.**

**Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera en  
Medio Ambiente.**

**Autor:**

**Chiluisa Mesías Julia Alejandra**

**Tutor:**

**M.Sc. Jaime Lema**

**Latacunga- Ecuador**

**Octubre 2019 - Febrero del 2020**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **CHILUISA MESIAS JULIA ALEJANDRA**, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL BAMBÚ (*Guadua angustifolia*), COMO BIOMATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.”**, siendo el M.Sc. Jaime Lema tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados expuestos en el presente trabajo investigativo, es de mi responsabilidad.



---

Chiluisa Mesias Julia Alejandra

C.I.: 050276605-8

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Chiluisa Mesias Julia Alejandra, identificada con C.C. N° 050276605-8, de estado civil soltera y con domicilio en las calles Rocafuerte y Vicente Maldonado, cantón Salcedo, a quien en lo sucesivo se denominará LA CEDENTE; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará LA CESIONARIA en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.-** LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Determinación de la Resistencia del Bambú, como Biomaterial de Construcción” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

### **Historial académico.-**

<b>FECHA DE INICIO DE LA CARRERA. -</b>	Abril 2015- Agosto 2015
<b>FECHA DE FINALIZACIÓN. -</b>	Octubre 2019- Febrero 2020
<b>CD. -</b>	15 de Noviembre del 2019
<b>TUTOR. -</b>	MSc. Jaime Rene Lema Pillalaza.

**TEMA:** “Determinación de la Resistencia del Bambú, como Biomaterial de Construcción”.

**CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.-** Por el presente contrato, LA CEDENTE autoriza a LA CESIONARIA a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato LA CEDENTE, transfiere definitivamente a LA CESIONARIA y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.-** El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que LA CESIONARIA no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido LA CEDENTE declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.-** El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.-** Por medio del presente contrato, se cede en favor de LA CESIONARIA el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo LA CEDENTE podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.-** LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de LA CEDENTE en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.-** El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.-** En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.-** Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 12 días del mes de Febrero del 2020.



Julia Alejandra Chiluisa Mesias

Ing. MBA. Cristian Tinajero

LA CEDENTE

EL CESIONARIO

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“Determinación de la Resistencia del Bambú, como Biomaterial de Construcción.”**  
de **Chiluisa Mesias Julia Alejandra** de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.



MSc. Jaime Rene Lema Pillalaza  
**TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**


## AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Lectores del Proyecto de Investigación con el título:


**“DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DEL BAMBU, COMO BIOMATERIAL DE CONSTRUCCION”**, de **Chiluisa Mesias Julia Alejandra** de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.



Lector 1 (Presidente/a)  
MSc. Patricio Clavijo  
CC: 050144458-2



Lector 2  
Ing. Cristian Lozano Hernández  
CC: 060360931-4



Lector 3  
Ing. MSC. Vinicio Mogro Cepeda  
CC: 050165751-4

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por haberme guiado en esta larga etapa, haberme dado fuerza, sabiduría e inteligencia para seguir adelante. A mi familia por haber confiado en mí y siempre apoyarme en todo momento motivándome a ser mejor. A mi novio Kevin Porras que siempre de manera insistente me decía que debo avanzar sin decaer y que confié en mí en todo momento por que el jamás me dejara caer y si lo hacia el estaría ahí para levantarme, agradezco a todos por ese amor incondicional y ese calor confortante de familia que me entregaron a diario para que yo sea una gran profesional.



## **Dedicatoria**

Al culminar una etapa más de mi vida, dedico este trabajo a una valiosa mujer, una guerrera incansable, una gran amiga, un gran ejemplo, mi espada, mi escudo y mi Fe, mi bella madre Virginia Mesías, por haber luchado y permanecido junto a mi durante este largo tiempo de esfuerzo, lágrimas y triunfos, brindándome consejos que poco a poco me permitieron llegar al objetivo propuesto de ser una profesional, hoy tengo la gran alegría de decir gracias Mamita por haber confiado en mí y nunca dejar que me rinda.

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TÍTULO:**” Determinación de la Resistencia de Bambú como Biomaterial de Construcción.”

**Autora:**

Alejandra Chiluisa

### Resumen

La presente investigación permitió determinar las características físico mecánicas del bambú, partiendo desde la identificación de distintas especies de caña para la construcción, permitiendo conocer las ventajas portantes, estéticas y económicas de la caña guadua en su estado natural, después de identificar las especies específicas para formar diferentes estructuras en construcción se desarrolló distintas metodologías que permitieron la realización de un ensayo de tracción, el mismo que permitió medir la resistencia de dos especies diferentes de bambú ( Guadua colombiana-Guadua Brava), datos que fueron utilizados para la propuesta futura de nuevas alternativas constructivas, de fácil aplicación en la industrialización de la construcción, aplicado como respuesta a la urgente necesidad de viviendas saludables y dignas para muchas personas que carecen de las mismas.

Del resultado de ésta investigación se obtuvo datos relevantes sobre la viabilidad que el bambú (Caña Guadua) tiene con respecto a la construcción ya que demostró ser mucho más resistente que otras maderas utilizadas para diferentes actividades constructivas, brindando a futuro un diseño de soluciones arquitectónicas creativas, que den respuesta a una construcción única que atienda se adapte a exigencias de un nuevo pensamiento contemporáneo, haciendo posible descartar la ideas que adoptan varias personas sobre “material no apto para construcción”.

Palabras Claves: Resistencia, Biomaterial, Bambú, Guadua.

**UNIVERSITY TECHNICAL OF COTOPAXI**

**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**THEME: “DETERMINATION OF THE RESISTANCE OF BAMBOO AS A  
CONSTRUCTION BIOMATERIAL”.**

**Author:** Chiluisa Mesias Julia Alejandra

**Abstract**

The present investigation allowed to establish the physical mechanic characteristics of bamboo, starting from the identification of different cane species for construction, allowing to know the bearing, stetical and economic advantages of guadua cane in its natural state, after identifying specific species to build up different structures on construction. Distinct methodologies were developed, which allowed the realization of a traction essay, the same that permitted to measure the resistance of two different species of bambo (Colombian Guadua – Guadua Brava), this data was used for the future proposal of new construction alternatives, for easy application in the construction industrialization, applying as an urgent answer the necessary of healthy and worthy housing for plenty of people who lack them. From the outcome of this investigation, relevant data was obtained about bambo’s viabilty (Guadua Cane) regard to construction, as it showed it was more resistant than other woods used for diverse constructive activities, providing creative architectural desings solutions in the future, giving a unique response that attends and adapts to the requirements of a contemporary thinking, trying to make it possible to dissmiss other people’s ideas about a “ non suitable material for construction”.

**Keywords:** resistance, biomaterial, bamboo guadua (tropical american bamboo)

## Contenido

<b>1. INFORMACIÓN GENERAL</b> .....	1
<b>2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	2
<b>3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO</b> .....	3
<b>4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	3
<b>5. OBJETIVOS</b> .....	4
<b>6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN REALCION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.</b> .....	5
<b>7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA</b> .....	6
<b>7.1. Localización de la Caña Guadua en Ecuador</b> .....	6
<b>7.2. Estructura y Características del Bambú</b> .....	6
<b>7.2.1. Ventajas y Desventajas de utilizar el Bambú</b> .....	8
<b>7.3. ASPECTOS AMBIENTALES.</b> .....	9
<b>7.3.1. Suelo</b> .....	9
<b>7.3.2. Agua</b> .....	10
<b>7.3.3. Microclima</b> .....	10
<b>7.3.4. Disminución de la Degradación y Deforestación</b> .....	10
<b>7.3.5. Biodiversidad</b> .....	10
<b>7.4. Corte y Almacenamiento</b> .....	11
<b>7.5. COMPARATIVA FRENTE A OTROS MATERIALES.</b> .....	11
<b>7.6. APLICACIONES DEL BAMBÚ</b> .....	11
<b>7.7. ESPECIES MAS UTILIZADAS</b> .....	12
<b>7.8. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBU</b> .....	14
<b>7.8.1. Humedad del bambú</b> .....	14
<b>7.8.2. Durabilidad</b> .....	15
<b>7.8.3. Peso específico</b> .....	15
<b>7.8.4. Conductividad térmica</b> .....	15
<b>7.8.5. Compresión</b> .....	15
<b>7.8.6. Tracción.</b> .....	15
<b>7.8.7. Módulo de Elasticidad</b> .....	15
<b>7.8.8. Normas para la utilización del bambú en la construcción</b> .....	17
<b>8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS</b> .....	18
<b>9. METODOLOGÍAS / DISEÑO NO EXPERIMENTAL</b> .....	18
<b>9.1. Ubicación del área de estudio</b> .....	18
<b>9.1.2. Fase de Campo</b> .....	18

9.1.3. Recepción de las muestras en el laboratorio .....	19
9.2. Método Analítico .....	19
9.3. Método Deductivo .....	20
9.4. Diseño no Experimental.....	20
9.4.1. Formulas .....	20
9.4.2. Tracción perpendicular la fibra.....	20
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	20
10.1 Análisis de acción de la Guadua en la edad media dos años y en edad madura cuatro años.....	21
11. IMPACTOS .....	24
12. PRESUPUESTO.....	24
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	25
Conclusiones .....	25
14. BIBLIOGRAFIA.....	26
15. ANEXOS .....	1

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1: BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	3
TABLA 2: MATERIALES CONTAMINANTES DE CONSTRUCCIÓN .....	4
TABLA 3: SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	5
TABLA 4: SUPERFICIE (HA) POR PROVINCIAS EN EL ECUADOR.....	6
TABLA 5: COMPARACIÓN EL BAMBÚ CON MADERAS UTILIZADAS PARA LA CONSTRUCCIÓN	9
TABLA 6: TIPOS DE BAMBÚ .....	13
TABLA 7: CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS.....	16
TABLA 8: COORDENADAS .....	19
TABLA 9: ESFUERZO MÁXIMO Y MODULO DE ELASTICIDAD SEGÚN ENSAYO DE TRACCIÓN DOS AÑOS .	21
TABLA 10: ESFUERZO MÁXIMO Y MODULO DE ELASTICIDAD SEGÚN ENSAYO DE TRACCIÓN CUATRO AÑOS.....	21
TABLA 11: COMPARACIÓN ANTE OTRAS MADERAS .....	23
TABLA 12: GASTOS .....	24

## **INDICE DE ILUSTRACIONES**

ILUSTRACIÓN 1: DISTRIBUCIÓN DEL BAMBÚ A NIVEL GLOBAL.....	7
ILUSTRACIÓN 2: MORFOLOGÍA DEL BAMBÚ.....	7
ILUSTRACIÓN 3: COMIENZO DE LA VIDA DEL BAMBÚ, PODEMOS DARLE DISTINTOS USOS.....	12
ILUSTRACIÓN 4: GUADUA COLOMBIANA O ANGUSTIFOLIA .....	13
ILUSTRACIÓN 5: UBICACIÓN.....	18
ILUSTRACIÓN 6: ESFUERZO - DEFORMACIÓN.....	22

## **INDICE DE ANEXOS**

ANEXO A: AVAL DE INGLES .....	1
ANEXO B: CURRICULUM VITAE DEL TUTOR.....	2
ANEXO C: IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES Y TOMA DE MUESTRAS.....	4
ANEXO D: ENSAYO DE LAS PROBETAS DE GUADUA ANGUSTIFOLIA Y GUADUA BRAVA.....	6

# 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:**

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL BAMBÚ, COMO BIOMATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.**

**Fecha de inicio:** octubre 2019

**Fecha de finalización:** febrero 2020

Indicar claramente la fecha de inicio y fin del proyecto,

**Lugar de ejecución:**

Cantón Salcedo

**Facultad que auspicia:**

Facultada de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería en Medo Ambiente

**Equipo de Trabajo:**

**Tutor de Titulación:** M.Sc. Jaime Lema

**Estudiante:** Alejandra Chiluisa

**Lector 1.** MSc. Patricio Clavijo

**Lector 2.** Ing. Cristian Lozano

**Lector 3.** M.Sc. Ing. Vinicio Mogro

**Área de Conocimiento:**

Ambiente

**Línea de investigación:**

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Conservación de especies.

**Líneas de Vinculación**

**Servicios:** Protección del Ambiente y Desastres Naturales

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Mediante esta investigación se obtuvo información suficiente para la determinación de la resistencia del bambú y sus características como biomaterial de construcción, así como su importancia en la protección del medio ambiente, junto con los beneficios que se obtendrán de la *Guadua Angustifolia*.

Biomaterial que es utilizado para la elaboración de diferentes productos, como artesanías y construcciones, basándose en diferentes técnicas para la fabricación de distintos tipos de productos que presenten demanda comercial mediante la aplicación de tecnología adecuada, tomando en cuenta la economía, la factibilidad y sustentabilidad del producto. Los beneficiarios de este proyecto será por un lado la sociedad y por otro las grandes empresas, debido a la reducción de costos que se obtendrán y el tiempo que tardarán en la producción de bambú, siendo una idea sostenible para generar actividades de desarrollo social, económico, productivo y amigable con el ambiente, de tal forma que no se sigan talando más árboles de una sola especie y se utilicen alternativas diferentes para minimizar impactos y restaurar el suelo.

La determinación de las condiciones mecánicas del Bambú y utilidad del mismo permitió que en los procesos de construcción y otras actividades sea tomado en cuenta como materia prima esencial amigable con el medio ambiente, permitiendo que se desarrollen actividades sociales, económicas y productivas dentro del cantón salcedo, determinando así que el bambú por ser una especie vegetal con características de resistencia y durabilidad siendo así un material de uso integral en diversas áreas.



### 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1: Beneficiarios del proyecto de investigación

<b>DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CANTÓN SALCEDO, SEGÚN PARROQUIAS</b>				<b>BENEFICIARIOS DIRECTOS</b>
<b>BENEFICIARIO INDIRECTOS</b>	<b>TOTAL</b>	<b>HOMBRES</b>	<b>MUJERES</b>	<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI.</b>
SAN MIGUEL (URBANO)	9.853	4.64	5.21	
AREA RURAL	41.451	19.77	21.68	
GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN SALCEDO.				
ALGUNAS EMRESAS.				
<b>TOTAL</b>	51.304	24.405	26.899	

Tabla 1: Beneficiarios del proyecto de investigación

Elaborado por: Alejandra Chiluisa (2019)

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística y Censos 2010

### 4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Un hábitat sano es fundamental para cuidar y preservar la salud de los todos los seres existentes, por lo tanto, se argumenta que la contaminación ambiental no sólo causa un desequilibrio grande en los diferentes ecosistemas naturales y urbanos, sino que también se introduce en los espacios interiores de todo edificio u obra construida.

Existen muchos factores que inciden para que un ambiente interior logre un bajo impacto ambiental: la orientación, la ventilación, las instalaciones eléctricas, las aguas negras, la calidad de la construcción, el origen de los materiales y las diferentes características del edificio.

Para referirnos a una construcción sostenible se investigó mediante citas bibliográficas la incidencia que tienen los diferentes materiales de construcción sobre el medio ambiente ya que algunos de ellos son nocivos y tóxicos, siendo de difícil degradación en el medio y sus diferentes factores.

Tabla 2: Materiales Contaminantes de Construcción

Material	Problema	Tiempo de degradación
Aislación de fibra de vidrio	El polvo de lana de vidrio es un carcinógeno, la resina plástica ligante tiene fenolformaldehído.	4000 años
Aislación de espuma plástica (poliuretano o PVC)	Emanaciones de componentes orgánicos volátiles. Humo muy tóxico al inflamarse.	5 años
Tuberías para agua	La soldadura de plomo desprende partículas de este metal.	Acero galvanizado: 20-40 años. Hierro fundido: 40-80 años Latón: 40-80 años Cobre: 50-80 años PVC: 50-80 años
Pinturas sintéticas de interior	Algunas emanan componentes orgánicos volátiles y gases de mercurio.	5 a 10 Años
Ladrillos refractarios	Contienen distintos porcentajes de aluminio tóxico.	10 años

Elaborado por: Alejandra Chiluisa

Fuente: Bioconstrucción - Materiales Contaminantes en las Construcciones (GARCEN 2000).

Otro de los factores dañinos para el ambiente es la explotación de distintos metales como hierro, cobre y aluminio, se le conoce como un impacto mayor debido al daño extremo directo a la atmosfera mediante Emisiones sólidas y diferentes gases.

Debido a tanta contaminación existente por materiales no biodegradables o tóxicos se utilizó como alternativa de construcción sostenible el Bambú (Guadua Colombiana o Angustifolia), ya que poseen grandes ventajas en cuanto resistencia para la construcción, brindando no solo una alternativa amigable con el ambiente, también proporciona un costo menor al adquirirla y un tiempo menos que el de los árboles u otros elementos en cultivarse o procesarse.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1 General

Determinar las propiedades físicas, mecánicas y ecológicas del bambú para el uso en construcción civil.

### 5.2 Específicos

- Identificar las especies del bambú ecológico.
- Determinar métodos para la evaluación de resistencia del bambú.

- Evaluar la resistencia de dos especies diferentes de guadua utilizadas en construcción.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN REALCION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 3: Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

Objetivo	Actividad	Resultado de la Actividad	Descripción de la actividad
Identificar las especies del bambú ecológico.	Se realizó una visita de campo, para identificar las distintas especies de bambú aptas para la construcción.	Se determinaron dos especies de Bambú (Guadua Colombiana y Guadua Brava), mismas que son utilizadas para construcción.	La visita de campo se realizó en 4 días los mismos que sirvieron para la identificación y recolección de muestras.
Determinar métodos para la evaluación de resistencia del bambú.	Mediante distintas metodologías que fueron aplicadas para el estudio del bambú, se halló la mejor para demostrar la eficiencia del mismo.	Las metodologías utilizadas mediante el ensayo de tracción, reforzaron los resultados que se encuentran en distintas bibliografías sobre el uso de Bambú en construcciones.	Para el ensayo del bambú las muestras recolectadas fueron llevadas al laboratorio de ingeniería civil de la universidad politécnica para medir su resistencia.
Evaluar la resistencia de dos especies diferentes de guadua utilizadas en construcción.	Se tomó en cuenta dos distintas especies de bambú como material necesario de experimentación.	Se obtuvieron resultados favorables y reales sobre la resistencia que tiene cada una de las especies, determinando así cual es la mejor especie que se debe usar en construcciones.	Luego de la recolección las distintas especies de bambú, fueron trasladadas al laboratorio de la universidad politécnica para la medición de resistencia.

Fuente: Propia (Elaborado por: Alejandra Chiluisa)

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 7.1. Localización de la Caña Guadua en Ecuador

Entre las zonas del Ecuador que se dedican al cultivo de la caña guadua se encuentran las provincias de: Esmeraldas, Los Ríos, Guayas, El Oro, Santo Domingo de los Tsáchilas y Manabí en la Costa, En la región Amazónica podemos encontrar el Bambú, en las provincias de: Sucumbíos, Orellana, Napo, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe por su clima tropical húmedo.

García Narea & Puma Guiracocha indican que, según encuestas realizadas a los trabajadores que se encuentran laborando en distintas áreas, la guadua sembrada en tierra ecuatoriana, puede llegar a una altura promedio de 12 m y diámetros de 15 cm, ocupando hasta 4.279.123,75 hectáreas del territorio nacional”

Tabla 4: Superficie (ha) por Provincias en el Ecuador.

Provincia	Superficie	Producción por (ha)
Manabí	636.951,25	1200
Los Ríos	624.608,25	1350
Esmeraldas	610.857,00	1250
Guayas	426.477,00	2500
Morona Santiago	394.120,00	2000
Pichincha	372.189,50	1200
Napo	230.006,50	2000
Cotopaxi	80.466,75	1000
Tungurahua	3.412,25	500

Fuente: Garcia Narea y Puma (2017).

### 7.2. Estructura y Características del Bambú

El bambú es una planta gramínea que crece en selvas de clima cálido, dependen de la humedad, la sombra y una temperatura cálida para su crecimiento. Abundan en los trópicos y subtropicos, también encontramos algunas especies leñosas en zonas de temperatura fría, que dependen solo de su capacidad de adaptación y percepción del entorno que los rodea para su supervivencia. Álvarez Castilla, (2012).

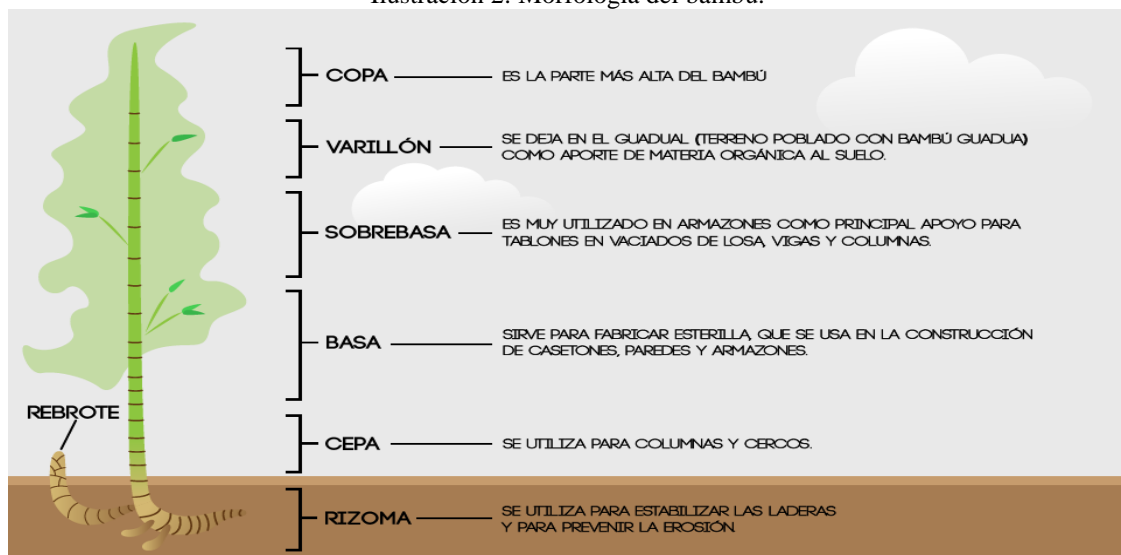
Ilustración 1: Distribución del Bambú a nivel Global



Fuente: *Gynerium sagittatum*

El Bambú es una especie gramínea al igual que el maíz y el arroz, podemos encontrar bambúes herbáceos que crecen en los bosques de la selva tropical y también observar bambúes leñosos que llegan a medir 4000 m de altura, este tipo de bambú leñoso es importantes debido a que es utilizado como material estructural debido a sus múltiples características, ya que poseen varios ejes segmentados cada uno por nudos sólidos, los cuales tienden a crecer verticalmente. Pereza, (1993).

Ilustración 2: Morfología del bambú.



Fuente: Bambusa.es (2015)

En la parte ambiental se acentúan las principales característica de la Guadua ya que este material ha sido fuente de varios Seminarios, Foros y Talleres, en cada uno de ellos

### **7.2.1. Ventajas y Desventajas de utilizar el Bambú**

- Es un recurso natural renovable, los tallos maduros son cortados anualmente y hay un rebrote constante.
- Son reguladores térmicos y de acústica.
- Una planta adulta tiene en promedio alrededor de 20000 hojas y las renueva cada año, las cuales se incorporan al suelo como materia orgánica fertilizante.
- Regulador del caudal hídrico: por su gran capacidad de retención de agua en sus culmos, el bambú almacena el agua lluvia y la utiliza para su beneficio en épocas de sequía.
- Produce un menor impacto ambiental respecto al hormigón y el acero
- En la construcción, es más liviano que el acero y más fuerte que el concreto; sismorresistente y más económico que materiales convencionales.
- No puede ser utilizado en los cimientos, el contacto continuo con el agua causaría putrefacción, afectando su desempeño.
- La guadua en estado seco puede ser altamente inflamable, por lo cual se recomienda dar el debido tratamiento previo a utilizarla en construcción.
- Si la guadua no recibe un tratamiento de secado adecuado, ya sea por métodos naturales o artificiales, puede deformarse y agrietarse.
- Al ser un material orgánico, posee una durabilidad natural baja, misma que puede aumentar aplicando sustancias preservadoras para protegerlo de ataques de agentes ambientales degradadores como hongos o insectos.

Tabla 5: Comparación el bambú con maderas utilizadas para la construcción.

Bambú	Maderas utilizadas para la construcción
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El crecimiento que presenta el bambú es de 13 cm por día, en seis meses alcanza una gran altura. el corte se da cuando la Guadua tiene de 4 a 5 años de edad, y puede ser utilizada como material de construcción.</li> <li>• Presenta una manera natural para regenerarse no es necesario volver a plantar la caña, porque esta es renovable.</li> <li>• El Bambú alcanza un tamaño de 20 a 30 m de altura.</li> <li>• Es amigable con el ambiente pues contribuye en varias cosas al medio donde se encuentra.</li> <li>• Su durabilidad después de ser preservada es de 50 a 60 años.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El tiempo máximo para la utilización de madera en la construcción está entre 15 y 30 años de edad, dependiendo de la especie que se use.</li> <li>• Una vez tallado el árbol para la utilización de la madera es necesario plantar otra vez la especie ya que no se regenera sola.</li> <li>• Se necesitan de varios procesos para que la madera esté lista para ser utilizada en construcción lo que hace que la producción de la misma tenga costos altos para sus compradores.</li> </ul>

Fuente: Bambusa.es

### 7.3. ASPECTOS AMBIENTALES.

A más de la gran importancia económica y social, el bambú se ha vuelto cada vez más reconocido por las ventajas y aportes que brinda al ambiente. Cumple un rol ecológico muy importante por la cantidad y calidad de servicios ecosistémicos que aporta a nivel del suelo, agua, microclima y biodiversidad. Castaño y Moreno, (2004).

#### 7.3.1. Suelo.

El bambú cumple un rol ecológico trascendental ya que ofrece varios servicios ecosistémicos como: protección de las riveras de los cursos de agua, regulación hidrológica de micro cuencas, disminuye el riesgo de deslizamientos debido a su red de rizomas, protege el suelo de la erosión, recicla nutrientes, alberga flora y fauna local, captura y almacena dióxido de carbono y contribuye con la mejora del impacto visual de la belleza escénica existente en el lugar.

### **7.3.2. Agua.**

El agua proveniente de la precipitación que cae sobre toda la plantación, al permanecer mucho tiempo en él, se demora más tiempo el agua en caer al suelo e infiltrarse, ayudando a la Regulación de Caudales, de no darse este obstáculo al caer el agua existirían crecidas súbitas de corriente especialmente en épocas de verano.

Además, se ha determinado que una hectárea de bambú (*Guadua angustifolia*) almacena hasta 30.000 litros de agua; los cuales servirían para abastecer hasta a 150 personas por día. Herrera, (2010).

### **7.3.3. Microclima.**

La caña guadua actúa como “refrigeradora” ya que si una persona expuesta a un intenso sol ingresa a un guadual la sensación térmica es menor que en el exterior, cumpliendo de esta manera la función del “termostato”.

### **7.3.4. Disminución de la Degradación y Deforestación.**

Es importante conocer que al utilizar *Guadua Angustifolia* en los distintos procesos industriales, se reduce en un grado mayor el impacto negativo que causa la tala de bosques nativos sobre el medio ambiente, ya que la guadua es un sustituto natural para la madera.

Cada vez que utilizamos bambú hacemos una contribución al medio ambiente debido a su gran distribución por hectárea, crecimiento rápido, explotación inmediata y gran capacidad de renovación sin necesidad de reforestar permitiendo así dejar intactos los bosques de distintas especies de madera.

### **7.3.5. Biodiversidad.**

Las plantaciones de bambú mantienen la existencia y sostenibilidad de flora, microflora, y fauna; la *Guadua Angustifolia* es la especie dominante; junto a ella se allá vegetación muy variada y numerosa que le permite la conformación de estructuras verticales.

Según estudios realizados sobre la Biodiversidad que existe en los Guadales, se han registrado 33 familias de flora con entre ellas 45 especies; 4 órdenes distintas de insectos y 32 familias distintas; 13 órdenes de aves con 25 familias cada una de ellas por último 1 orden de anfibios con 2 familias diferentes cada uno. Herrera, (2010).



#### **7.4. Corte y Almacenamiento.**

Para que la recolección sea sostenible se debe tomar en cuenta la edad y la especie de Guadua apta para la construcción, teniendo en cuenta que la edad adecuada para utilizarla en estructuras civiles es de 4 años hasta los 5 años, posteriormente se debe realizar el respectivo mantenimiento de la caña con ácido bórico y bórax para evitar la inflamabilidad de la caña junto con los hongos y diferentes insectos que pueden dañar a la misma. Las cañas deben ser colocadas de forma horizontal y en apoyos planos para evitar que se encorve.

#### **7.5. COMPARATIVA FRENTE A OTROS MATERIALES.**

De acuerdo con la normativa NEC-SE-GUADÚA: Las características de la caña Guadua Angustifolia se pueden determinar desde el punto de vista mecánico la importancia y el aporte que brinda esta especie de BAMBU, frente a distintos requerimientos energéticos, constructivos, de resistencia y rigidez, facilitan y aseguran facilidad el uso del mismo en cualquier actividad que se realice con hormigón, acero y madera.

Aunque la composición química de la madera y del bambú no es del todo diferente, la Guadua Angustifolia es más resistente que la madera frente a la tracción, deformación y elasticidad.

#### **7.6. APLICACIONES DEL BAMBÚ.**

Debido a todas las características nombradas en los Apartados anteriores, desde hace muchos años atrás, los humanos le han dado varios usos al bambú, conociendo las diferentes edades y de esta manera eligiendo el modo de empleo de cada una de ellas, conociendo mediante esta técnica la durabilidad y resistencia del material.

Ilustración 3: comienzo de la vida del bambú, podemos darle distintos usos.



Fuente: FAO. Org (2012)

Hasta los primeros 30 días el bambú es considerado como comestible tanto para personas como para animales ya que es tierno y se puede masticar sin esfuerzo alguno, además es posible deformarlo fácilmente ya que es más flexible y no se rompe, haciendo posible la creación de distintos utensilios y artesanías.

A partir de los dos años, el bambú se vuelve más rígido, permitiendo su uso en actividades que requieran fuerza, resistencia y dureza.

A partir de los 4 años hasta los 5 años el bambú ya es lo suficientemente resistente como para emplearlo en construcción o utilizarlo para la fabricación de distintos productos con durabilidad extraordinaria.

El bambú puede ser manejado durante varias horas por períodos ilimitados de tiempo sin que esté presente dificultades. La fibra de bambú es mucho mejor que la fibra de madera, la utilidad de una fibra se calcula en función de la relación existente entre el largo y el ancho.

### **7.7. ESPECIES MAS UTILIZADAS.**

A continuación, la Tabla 6 presenta una lista de bambúes que son más utilizados durante construcción, así como sus principales características.

Tabla 6: tipos de bambú.

GENERO	ALTURA (m)	DIAMETRO (cm)	ORIGEN
<b>Bambusa</b>	6 a 30	3 a 18	China, India, Birmania y Taiwán
<b>Chusquea</b>	4 a 6	2 a 4	Chile y Argentina
<b>Dendrocalamus</b>	20 a 35	20 a 30	India, Birmania, Sri Lanka y Taiwán
<b>Gigantochla</b>	10 a 16	8 a 15	Malasia, Indonesia y Filipinas
<b>Guadua (colombiana y Brava).</b>	10 a 30	5 a 15	Colombia, Ecuador, México, Bolivia y Panamá
<b>Phyllostachys</b>	5 a 22	2 a 17	China y Japón

Elaborado por: Alejandra Chiluisa (2019)

Fuente: Adaptación de American Bamboo Society.

Ilustración 4: Guadua Colombiana o Angustifolia.



Elaborado por: Alejandra Chiluisa (Finca demostrativa de la caña Guadua)2020.

### Taxonomía

**Reino: Plantae**

**División: Magnoliophyta**

<b>Clase: Liliopsida</b>	
<b>Orden:</b>	<b>Poales</b>
<b>Familia: Poaceae</b>	
<b>Género: Guadua</b>	

Elaborado por: Alejandra Chiluisa.

Una de las especies de Bambú más utilizadas en el Ecuador es la Guadua Colombiana la cual se caracteriza por alcanzar los 30 metros de altura, se encuentra entre la principal entre varias especies existentes debido a sus grandes propiedades físicas mecánicas y su amplia participación dentro de la industria de construcción.

Su uso y descubrimiento no es reciente, ya que en el Ecuador se hallan evidencias de construcciones en bambú que tienen 9.500 años de antigüedad. En la provincia de Santa Elena en el Museo Real Alto está expuesta una casa de 100 años de antigüedad hecha de caña guadua, la cual fue construida por la Cultura Valdivia. MAGAP, (2011).

## **7.8. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ.**

El bambú es un material resistente y sus características son mejor que las de la madera, posee una gran ventaja ya que la edad de explotación de esta gramínea se realiza durante la quinta parte del tiempo que necesitan algunas especies maderables para su uso. Existen muchos motivos para estudiar con más detalle las propiedades físicas y mecánicas de este vegetal, y analizar los puntos débiles que presenta para proponer mejoras que contribuyan al comportamiento óptimo estructural y al acercamiento entre los modelos matemáticos y reales. Sánchez Medrano, M. T., Espuna Mújica, J. A., & Roux Gutierrez, R. S. (2016).

A continuación, se presentan algunas propiedades físicas que se analizan mediante distintos esfuerzos a los que la guadua puede ser sometida durante su vida y teniendo en cuenta su edad adecuada de 4 a 5 años para que se le considere como elemento estructural, en distintas actividades.

### **7.8.1. Humedad del bambú.**

Es necesario analizar la humedad que abarca la guadua en caso de no ser procesada, ya que el comportamiento mecánico que presenta la caña depende del grado de humedad de la misma.

### **7.8.2. Durabilidad.**

La durabilidad natural de la guadua es mejorada cuando se aplican sustancias químicas para preservarla como también para protegerlo de distintos agentes ambientales que la degradan como hongos e insectos, así también como el riesgo de degradación al tener un contacto directo con el suelo y sus agentes naturales.

### **7.8.3. Peso específico.**

Varía con la humedad, pero para cañas secadas al aire (18% de humedad), oscila entre 700 y 850 kg/m<sup>3</sup>, dependiendo de si se tiene en cuenta solo la pared. El peso específico depende también de la porción de caña analizada: a la base ronda los 0,57 kg/dm<sup>3</sup> (mayor volumen hueco) y en la cima 0,76 kg/dm<sup>3</sup> Barbaro, (1997).

### **7.8.4. Conductividad térmica.**

Expresa el poder aislante de un material: cuanto más baja es, más poder aislante tiene. En el bambú depende del sentido de propagación del flujo de calor y del elemento que se esté ensayando Barbaro, (1997).

### **7.8.5. Compresión.**

Al ser el bambú empleado en construcción debe ser sometido a compresión paralela a la fibra, ya que son sometidos a cargas que aplastan o acortan los miembros en forma longitudinal.

De la documentación revisada se encontró que la normativa adecuada para la realización de diferentes pruebas de caña Guadua Angustifolia es la normativa colombiana 5525, que abarca las dimensiones y diferentes ensayos de cómo se mide la resistencia y comportamiento de las estructuras ante una presión mayor y deformación que presente la especie estudiada.

### **7.8.6. Tracción.**

Emplea una fuerza alta a través de mordazas las cuales sujetan a la probeta u objeto de estudio estirándola hasta su ruptura, también nos indica el grado de elasticidad y deformación que presenta el mismo ante diferentes fuerzas a la que sea sometida. Rodríguez y Morales, (2008).

### **7.8.7. Módulo de Elasticidad.**

Es un coeficiente adimensional y se define como la relación lineal, conocida como la Ley de Hooke, entre la tensión debida a la carga aplicada al material y su deformación.

Al igual que en la madera tradicional, decrece de un 5 - 10% con el aumento de la carga. Depende del tipo de esfuerzo aplicado, y del tipo de fibra (interna o externa de la sección solicitada). Desde un punto de vista estructural, para cañas enteras sometidas a flexión se puede adoptar el dato promedio reflejado en la Tabla 2 Rodríguez y Morales, (2008).

Tabla 7: Características Físico Mecánicas.

<b>Propiedades Mecánicas</b>	<b>Promedio (MPa)</b>	<b>D.E. (MPa)</b>	<b>C.V.</b>
<b>Compresión paralela a la fibra.</b>			
<b>Esfuerzo máximo</b>	48.0	3.0	5%
<b>Esfuerzo en el límite proporcional</b>	36.0	2.0	6%
<b>Módulo de elasticidad</b>	19137	1625	9%
<b>Compresión perpendicular a la fibra</b>			
<b>Esfuerzo máximo radial</b>	5.0	0.6	12%
<b>Esfuerzo máximo Tangencial</b>	6.8	0.9	13%
<b>Tracción paralela a la fibra.</b>			
<b>Esfuerzo máximo</b>	132.0	24.1	18%
<b>Módulo de elasticidad</b>	17468	3655	21%
<b>Tracción perpendicular a la fibra</b>			
<b>Esfuerzo máximo radial</b>	1.1	0.3	22%
<b>Esfuerzo máximo tangencial</b>	1.8	0.4	21%
<b>Corte paralela a la fibra</b>			

<b>Esfuerzo máximo</b>	9.4	1.2	13%
<b>Flexión</b>			
<b>Esfuerzo máximo radial</b>	74.0	10.6	14%
<b>Módulo de elasticidad radial</b>	9523	1100	12%
<b>Esfuerzo máximo Tangencial</b>	87.0	12.08	15%
<b>Módulo de elasticidad tangencial</b>	11456	1450	13%

Elaborado por Alejandra Chiluisa.

Fuente: Rodríguez y Morales (2015)

#### **7.8.8. Normas para la utilización del bambú en la construcción.**

- Al ser el bambú un material que absorbe ampliamente el agua del ambiente, es necesario que siempre se le preserve a la caña antes de ser utilizada en construcción para poder evitar inflamabilidad y la existencia de hongos e insectos.
- Las cañas de guadua que presenten agrietamientos que sobrepasen el 20% de la longitud del tallo, no deben ser consideradas como aptas para uso en construcción.
- Según la normativa (NSR-10-Capítulo G.12- "Estructuras de Guadua", 2010). En ningún caso se debe utilizar estructuras en guadua cuando la temperatura a la que estarán sometidas durante toda su vida útil exceda los 65°C.
- Es recomendable limitar el uso de acabados como barnices, lacas, pinturas oleo solubles y cualquier otra sustancia que acelere el desarrollo del fuego, o si no antes de ser utilizada en diferentes estructuras la caña debe ser sometida a ácido bórico y bórax para evitar su inflamabilidad.

## 8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS.

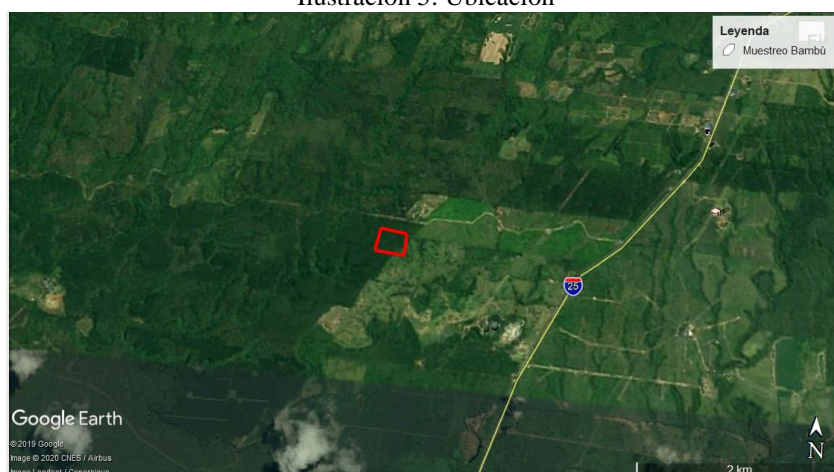
¿Es viable la implementación de bambú como material de construcción?

Se determinó que el Bambú es una alternativa altamente viable para la construcción, aun mas en la zona sierra ya que su durabilidad es de más de 60 años.

## 9. METODOLOGÍAS / DISEÑO NO EXPERIMENTAL.

### 9.1. Ubicación del área de estudio.

Ilustración 5: Ubicación



Fuente: Google Earth (2020)

La finca demostrativa de la caña guadua se encuentra ubicada En el kilómetro 28 de la vía a Quevedo, en la parroquia Luz de América.

Su extensión comprende 31,74 hectáreas que pertenecen a la Prefectura de Santo Domingo de los Tsáchilas y que fueron donadas por el entonces Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.

La flora dentro del lugar está conformada por vegetación arbustiva y 26 especies de Bambú entre ellas se caracterizan especies como la Guadua Colombiana y la Guadua Brava las mismas que junto a otras especies vegetales dan vida a este lugar.

#### 9.1.2. Fase de Campo.

La toma de muestras tuvo como finalidad identificar dos especies de bambú específicos para la construcción, los mismos que fueron ejecutados en tres días (lunes, martes, miércoles), cumpliendo distintas actividades por los días antes mencionados: el día lunes se realizó la visita y reconocimiento del lugar de donde se obtuvieron las muestras para el laboratorio, el día martes se realizó la identificación de especies siendo dos las más adecuadas para la construcción, el día miércoles se realizó la toma de muestras mismas



que se debieron tomar con la utilización de botas de caucho, camisa manga larga y un machete puesto a que las dos especies presentaban características diferentes y peligros.

El lugar se geo referencio con un GPS en cada uno de los vértices.

Tabla 8: Coordenadas.

Punto	X	Y
1	680772	9944559
2	680657	9944360
3	680943	9944218
4	681173	9944502
5	680772	9944559

Elaborado por: Alejandra Chiluisa

### 9.1.3. Recepción de las muestras en el laboratorio.

El material se entregó tan pronto como fue posible, fue al siguiente día después del corte ya que las muestras debían estar en buenas condiciones y sin agrietamientos, para que al realizar el corte y ensayo de las probetas los resultados sean reales y las cañas puedan cumplir con las reglas que rige la Norma Técnica Ntc Colombiana 5525.

### 9.2. Método Analítico.

Es un método de carácter cognoscitivo, que nos permite en forma minuciosa, estudiar un objeto, considerando en forma separada cada una de sus partes para estudiarlas en forma individual, es por ello que se ha escogido el ensayo de tracción para indicar el comportamiento de un material cuando se encuentra sometido a fuerzas exteriores. En este ensayo se sometió al Bambú a una fuerza de tracción, es decir, se le aplica una fuerza o varias fuerzas externas que van a tratar de estirar el material hasta llegar a su rotura.

Para el ensayo se utilizó trozos de bambú de dos especies diferentes (Guadua Colombiana-Guadua Brava), en distintas edades (2 años y 4 años), las cuales fueron colocadas y agarradas de sus extremos, entre dos accesorios llamados "agarres" o "mordazas" que sujetaran el material en la máquina del ensayo, Según se vaya aplicando cada vez más fuerza sobre el bambú, llegará un momento que empezará a estirarse, disminuyendo su sección y aumentando su longitud, se seguirá aplicando cada vez más fuerza externa hasta que llegue un momento que la muestra se rompa.

Durante el ensayo se anotaron los datos de fuerza (también llamada carga) y estiramiento de la muestra, los mismos que permitieron al final obtener resultados precisos. Una vez

finalizado el ensayo, la muestra rota se recoge para medir la longitud final y se compara con la longitud original.

### **9.3. Método Deductivo.**

La aplicación de la metodología dio paso a la toma de datos obtenidos mediante los resultados de los análisis de laboratorio adquiridos de las cuatro muestras de Guadua tomadas en el trabajo de campo y de esta manera llegar a una deducción a partir de un razonamiento de forma real o suposiciones.

### **9.4. Diseño no Experimental.**

#### **9.4.1. Formulas.**

Tracción paralela a la fibra.

$$\sigma = \frac{F}{A} \text{Kg/cm}^2$$

Dónde:

$\sigma$  = Esfuerzo de tracción Último.

$F$  = Carga máxima a que el espécimen falla Kg.

$A$  = Área de la sección transversal.

#### **9.4.2. Tracción perpendicular la fibra.**

$$\sigma = \frac{F}{2.e.L} (\text{Kg/cm}^2)$$

Dónde:

$\sigma$  = Esfuerzo de tracción último.

$F$  = Carga máxima a que el espécimen falla Kg.

$e$  = Espesor promedio (cm).

$L$  = longitud promedio del elemento (cm).

## **10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.**

Análisis de tracción de la guadua en el laboratorio se obtuvo resultados confiables

### 10.1 Análisis de acción de la Guadua en la edad media dos años y en edad madura cuatro años.

El ensayo de tracción se realizó en la Universidad Politécnica Nacional, en el laboratorio de ingeniería civil y ambiental, en el cual se utilizaron 2 especímenes de diferentes edades (Guadua Colombiana y Guadua Brava) cada uno preparados según la Norma Técnica Ntc Colombiana 5525, las pruebas se realizaron en la maquina

SHIMADZU, los resultados del laboratorio mencionado se muestran a continuación el esfuerzo máximo y el módulo de elasticidad los obtenemos de la maquina universal Shimadzu.

Tabla 9: Esfuerzo Máximo y Modulo de Elasticidad según Ensayo de Tracción dos años.

Especie (2 años)	N° de muestras	Espesor mm	Longitud mm	Carga KN	Esfuerzo (MPa)	Elasticidad (MPa)
<b>Guadua Brava</b> ( Tacuara Brava)	1	6.95	87.78	15.44	208.01	28969.6
<b>Guadua Colombiana</b> (Angustifolia Kunth)	1	11.09	89.49	18.19	144.77	19744.0

Elaborado por: Alejandra Chiluisa (2020).

Fuente: Maquina SHIMADZU

Tabla 10: Esfuerzo Máximo y Modulo de Elasticidad según Ensayo de tracción Cuatro años.

Especie (4 años)	N° de muestras	Espesor mm	Longitud mm	Carga KN	Esfuerzo (MPa)	Elasticidad (MPa)
<b>Guadua Brava</b> ( Tacuara Brava)	1	9.32	88.70	16.40	154.49	32693.9
<b>Guadua Colombiana</b> (Angustifolia Kunth)	1	11.76	99.81	21.44	159.36	25455.6

Elaborado por: Alejandra Chiluisa (2020).

Fuente: Maquina SHIMADZU

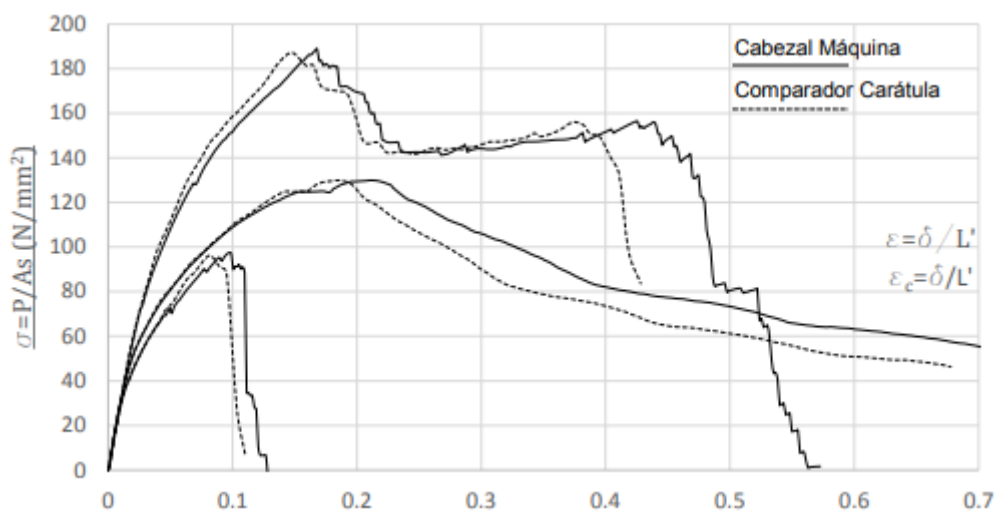
➤ Resultados tablas 7 y 8.

Mediante los datos obtenidos durante la medición de las probetas en el ensayo de tracción se pudo determinar que la guadua brava y la guadua colombiana de dos años poseen más elasticidad que las de 4 años debido a que sus fibras son menos compactas y más blandas que las cañas que están listas para usarse en construcción, las guaduas ensayadas de 4 años poseen menos elasticidad que las de dos ya que son más compactas sus fibras y están diseñadas para soportar cargas bastante grandes lo que permitió descubrir que entre las dos especies de bambú estudiadas La Guadua Brava es menos resistente que la Guadua Angustifolia.

- Resultados de la Gráfica de Deformación.

Con los datos obtenidos de los ensayos de las 4 probetas previas se realizó una gráfica del esfuerzo – deformación en las que se obtuvieron lecturas de la maquina como del también del computador que se muestran en la figura 6.

Ilustración 6: Esfuerzo – Deformación.



Elaborado por: Universidad Politécnica Nacional.

Lo que nos indica que la lectura dada de los dos equipos poseen un error mínimo de 1.8% lo que hace que los resultados sean reales y no varien de manera considerable para los estudios en caso de no funcionar un equipo se puede usar solo uno de ellos para los datos deseados.

Para demostrar la resistencia y la viabilidad que posee la caña Guadua Angustifolia se realizó una comparación de los datos obtenidos en el laboratorio con los valores establecidos en el Reglamento Nacional de la Construcción para maderas comunes.

Tabla 11: Comparación ante otras Maderas.

Nombre de la Madera	Tensión (kg/cm <sup>2</sup> )	Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elasticidad
<b>POCHOTE</b> (Bombacopsis quinata).	66	5	69	<b>74500</b>
<b>PINO</b> Pinus	78	7	81	<b>130000</b>
<b>CEDRO REAL</b> Cedrus	57	5	60	<b>80000</b>
<b>CEDRO MACHO</b> Carapa Guianensis	47	4	49	<b>64000</b>
<b>GENIZARO</b> Samanea Saman	57		60	<b>76000</b>
<b>GUANACASTE</b> Enterolobium Ciclocarpum	60	5	63	<b>100000</b>
<b>GUAYABO</b> Psidium Guajava	117	5	122	<b>155000</b>
<b>LAUREL HEMBRA</b> Laurus nobilis	77	10	80	<b>90000</b>
<b>LAUREL MACHO</b> Cordia alliodora	87	7	91	<b>150000</b>
<b>CAOBA</b> Swietenia macrophylla	70	8	74	<b>85000</b>
<b>ROBLE</b> Quercus	120	6	126	<b>15000</b>
<b>ALMENDRO</b> Prunus dulcis	92	10	82	<b>132000</b>
<b>GUAPINOL</b> Hymenae courbaril	65	9	78	<b>141000</b>
<b>Guadua Colombiana</b> Guadua Angustifolia	<b>160</b>	<b>10</b>	<b>130</b>	<b>25455.6</b>

Elaborado por: Alejandra Chiluisa (2020).

Fuente: Reglamento Nacional de la Construcción.

- Resultados Tabla de Comparación.

La tabla de comparación demostró la viabilidad que tiene la caña Guadua Angustifolia para utilizarla en construcción ya que es más resistente que muchas maderas dichas aptas para poder realizar obras civiles, los datos obtenidos por el laboratorio de la universidad politécnica fueron reales y de ahí nace el resultado de probar la resistencia alta del Bambú como biomaterial de construcción.

## 11. IMPACTOS.

- Mediante este proyecto las personas pueden conocer la viabilidad que presenta el Bambú con respecto a su utilización como Biomaterial de construcción basándose en sus características físico-mecánicas ya que es más elástico y resistente que las maderas comunes.
- Mediante sus características ecológicas el bambú crea un impacto positivo con respecto al medio ambiente, pues evita la deforestación masiva de especies nativas de madera que están ligadas de manera directa con el calentamiento global y erosión de suelos.
- El bambú es capaz de reemplazar al hormigón sin necesidad de causar contaminación o utilizar sustancias toxicas dentro de las construcciones.

## 12. PRESUPUESTO.

Tabla 12: Gastos.

Recursos	Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Valor Total
<b>Humanos (Investigador-Tutor)</b>	2	Personas	\$394	\$700
<b>Materiales</b>	1	Esfero	\$0.40	\$2.10
	1	Lápiz	\$0.50	
	1	Cuaderno	\$1.20	
<b>Tecnología</b>	30h	• Computadora	\$1.00	\$30.00
	5h	• Celular	\$1.00	\$5.00
	20	• Impresiones	\$0.10	\$2.00
	4h	• Pruebas de laboratorio	\$200	\$200
<b>Transporte</b>	160	Buses salache	\$0.30	\$48.00
	160	Buses salcedo	\$0.45	\$72.00
<b>Alimentación</b>	5	Almuerzos	\$3	\$15
<b>Total</b>				\$1,282

Elaborado por: Alejandra Chiluisa (2019)

### **13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **Conclusiones.**

- La identificación de especies se llevó a cabo con la presencia de un guía el cual conocía las características de cada caña, lo cual permitió encontrar dos especies aptas para el estudio de laboratorio.
- Las metodologías aplicadas en la investigación fueron seguidas de acuerdo a las normativas que presentaba cada una para realizarse, el trabajo de campo y el ensayo de tracción fue realizado en el laboratorio de la universidad Politécnica, área de ingeniería civil y ambiental, para seguir con los pasos correspondientes.
- Los datos obtenidos durante el ensayo no muestran variación mayor entre las dos distintas especies pues se determinó que las dos son aptas para ser utilizadas en la construcción.
- Se demostró la viabilidad absoluta que posee el bambú para la construcción es apto ya que posee grandes ventajas en comparación con la madera, varias características hacen que este material sea una elección bastante buena para varias actividades a realizar y elementos a producir.

#### **Recomendaciones.**

- Al ingresar a la zona de identificación de especies se debe llevar un equipo de protección personal, botas de caucho, camisa manga larga, y pantalón jean, los mismos que servirán para evitar cortaduras, picaduras de insectos, y pinchaduras por los espinos existentes en la zona, junto con un machete para poder cortar las muestras.
- Al llevar las muestras tomadas al laboratorio estas deben estar sin agrietamientos y en una zona seca debido a que la durabilidad máxima que sirve para ser estudiada es una semana, siempre cuando reciba los cuidados necesarios.
- Utilizar siempre en cada muestra los Strain Gauge ya que son los encargados de arrojar resultados reales al computador cuando se realizan los ensayos correspondientes.
- El ensayo de tracción se lo puede realizar en cañas de edades medias 2 años hasta la edad de su madures ya que si se realiza el procedimiento de una especie de edad

inicial 6 meses o un año las mordazas rompen la probeta debido a que su grosor es muy bajo y su curvatura muy pronunciada.

- Para futuras investigaciones es necesario identificar más de dos especies de bambú ya que cada una de ellas cumplen funciones importantes no solo respecto a la construcción.

#### **14. BIBLIOGRAFIA.**

1. Abel Castillo 21 diciembre, (2011). Ecohabitar bamboo construccion y sustentabilidad.
2. AGÜLLES, RAMÓN; ARRIAGA, F. (2013). Estructuras de madera. Bases de cálculo. Ed. AITIM. 570 pp.
3. Anónimo. (2013). Bambusa.es. Recuperado el agosto de 2016, de <http://bambusa.es/bambucaracteristicas/bambu-guadua/>.
4. Añazco, M., S. Rojas, Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú en Ecuador con énfasis en la especie, *Guadua angustifolia*, Quito, Ecuador, Abril 2015.
5. Ardila Pinilla, C. L. (2013). Determinación de los valores de esfuerzos admisibles del bambú *Guadua angustifolia* Kunth del departamento de Tolima, Colombia (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
6. BHAVNA, SHARMA; GATOO, ANA; BLOCK, MAXIMILIAN; RAMAGE, MICHAEL (2014). Engineered bamboo for structural applications. *Construction and Building Materials*. Vol 81 (2015). pp 63-73.
7. CLAVER GUTIERREZ ALIAGA, SERGIO (2010). Uniones estructurales con bambú. Tesis.Universidad Nacional de Ingeniería de Perú.
8. Clemente, J. (2013). Creación de un Centro de Artesanías de Caña Guadúa para la Comuna Curía. La Libertad: UPSE.
9. Diana Carolina Espinosa Pérez, LA CADENA DE LA GUADUA EN COLOMBIA, Observatorio Agrocadenas Colombia, Bogotá, Colombia, Actualizado marzo de 2004. <http://agrocadenas.gov.co>.
10. Díaz, J. F.; González, E. 1992. Propiedades físicas y mecánicas de la *Guadua Angustifolia* Kunth). Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.



11. Douglas Dreher, A. (1991). PROYECTOS EN GUADÚA. Obtenido de Construcción de casa con Caña Guadúa en Guayaquil: <http://www.douglasdreher.com/proyectos/canaguadua/100- introduccion.asp>.
12. Ecured.cu. (2011). Ensayos de Tracción y Compresión - EcuRed. [online] Available at: [https://www.ecured.cu/Ensayos\\_de\\_Tracci%C3%B3n\\_y\\_Compresi%C3%B3n](https://www.ecured.cu/Ensayos_de_Tracci%C3%B3n_y_Compresi%C3%B3n)
13. Eraso, I. M. (s.f). Viviendas sismoresistentes en guadúa. Bogotá: Universidad piloto de Colombia.
14. Garzón, J. (1996). Optimización de estructuras en guadúa. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Artes, Departamento de Construcción.
15. Giraldo, E; Sabogal, A. (1999), <https://www.industrias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/GABAR-Cadena-Bambu-Ecuador.pdf>
16. González (2014). Ensayo de compresión y tracción. [online] Es.slideshare.net. Available at: <https://es.slideshare.net/leodel2424/ensayo-de-compresin-y-traccin>.
17. Guede, D., González, P., & Caeiro, J. R. (2013). Biomecánica y hueso (I): Conceptos básicos y ensayos mecánicos clásicos. Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral, 5(1), 43-50.
18. HIDALGO LOPEZ, O. (1981). Manual de construcción con bambú. Ed. Estudios Técnicos Colombianos Ltda. 71 pp.
19. Hinostroza, F. (s.f). EL FUTURO HECHO CON BAMBÚ. BAMBOOFOREST BOTANICAL. ORDOÑEZ, V. R., MEJÍA, M. T., BÁRCENAS, G., & ECOLOGÍA, I. (2002). MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE CON BAMBÚ. COLONIA SAN JUAN DE OCATÁN.
20. INBAR. (s.f). Programa Desarrollo Económico y Adapatación al Cambio Climático con Bambú. Red Internacional de Bambú y Ratán en Ecuador. Ecuador.
21. Indian Standard I.S.6874, 1973, Method of Tests for Round Bamboos
22. ISO 3130, Wood. Determination of Moisture Content for Physical and Mechanical Tests.[https://www.academia.edu/34598960/NORMA\\_T%C3%89CNICA\\_NTC\\_COLOMBIANA\\_5525\\_M%C3%89TODOS\\_DE\\_ENSAYO\\_PARA\\_DETERMINAR\\_LAS\\_PROPIEDADES\\_F%C3%89SICAS\\_Y\\_MEC%C3%89NICAS\\_DE\\_LA\\_GUADUA\\_ANGUSTIFOLIA\\_KUNTH\\_E\\_TEST\\_METHODS\\_FOR\\_TH](https://www.academia.edu/34598960/NORMA_T%C3%89CNICA_NTC_COLOMBIANA_5525_M%C3%89TODOS_DE_ENSAYO_PARA_DETERMINAR_LAS_PROPIEDADES_F%C3%89SICAS_Y_MEC%C3%89NICAS_DE_LA_GUADUA_ANGUSTIFOLIA_KUNTH_E_TEST_METHODS_FOR_TH)

E\_DETERMINATION\_OF\_PHYSICAL\_AND\_MECHANICAL\_PROPERTIES\_OF\_GUADUA\_ANGUSTIFOLIA\_KUNTH

23. ISO 3145, Wood. Determination of Ultimate Tensile Stress Parallel to Grain.
24. Jairo Alexander Osorio Saraz, Albeiro Espinosa Bedoya, Eduard A. García Galeano, “Evaluación De Las Propiedades Mecánicas De La Estructura Interna De La Guadua Con Un Modelo Matematico”, DYNA, Volumen 76, Número 160, p. 169-178, 2009, Nov. 11 2008.
25. Jorge Morán Ubidia (2015). Manual de construcción
26. López, J. (2002). Ensayo de tracción. Retrieved from <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros/tic/21700290/helvia/aula/archivos/repositorio/0/11/html/traccion.html>.
27. Luna, P., Lozano, J., & Takeuchi, C. (2014). Determinación experimental de valores característicos de resistencia para Guadua angustifolia. Maderas. Ciencia y tecnología, 16(1), 77-92.
28. Marcelo Villegas, “GUADUA, ARQUITECTURA Y DISEÑO”, Colombia, VILLEGAS ASOCIADOS S.A, VILLEGAS EDITORES, 2003.
29. Mendez. (2008). Ensayo de Traccion. Ensayo, Grafica, Formulas, Problemas. Retrieved from <https://www.areatecnologia.com/materiales/ensayo-de-traccion.html>.
30. Nelsson Pérez García, Manuel Rueda González, Gustavo Enrique Rojo Martínez, Rosa Martínez Ruíz, Benito Ramírez Valverde, José Pedro Juárez Sánchez, Ra Ximhai, “El Bambú (Bambusa Spp.) Como Sistema Agroforestal: Una Alternativa De Desarrollo Mediante El Pago Por Servicios Ambientales En La Sierra Nororiental Del Estado De Puebla, Septiembre-diciembre, año/Vol. 5, Número 3, 2009.
31. Núñez, C., Roca, A., & Jorba, J. (2013). Comportamiento mecánico de los materiales. Volumen II. Ensayos mecánicos. Ensayos no destructivos. Edicions Universitat Barcelona.
32. Ordóñez Candelaria, V. R., & Salomón Quintana, I. (2009). Consideraciones geométricas en la determinación de las propiedades en flexión estática de bambú. Madera y bosques, 15(1), 91-100.
33. Orosco Calcin (2009). El bambu como material alternativo en la construcción arquitectónica.

34. Oscar De Luna Bugallo, Desarrollo De La Comunidad De Hueytamalco Puebla México A Través Del Bambú Como Material Industrial, Tesis de Maestría, Con Orientación En Gestión E Innovación Del Diseño. México, 2014.
35. Osorio, J., Espinoza, A., & Garcia. (2009). Evaluación de las propiedades mecánicas de la estructura interna de la guadua con un modelo matemático. *Dyna*, 76, (169 -178).
36. Palomeque, H. (2015). "Elaboración y comercialización de productos a base de caña guadua como estrategia de economía popular y solidaria. Guayaquil: Facultad de Ciencias Económicas.
37. PEREIRA, MARCO ANTONIO; BARATA, TOMAS QUEIROZ (2014). Bamboo as a sustainable material used in design and civil construction: species, management, characterization and applications. *Key Engeneering Materials*. Vol 634 (2015). pp 339-350.
38. Poppens, R., & Morán, J. (2005). Red internacional de Bambú y Ratán. En *Manual de construcción, vivir con la guadúa* Guayaquil: Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
39. Revista El Agro. (2013). CENTRO DE DOCUMENTACIÓN DEL BVAMBÚ EN LATINOAMÉRICA. EL AGRO. Obtenido de <http://www.revistaelagro.com/2013/06/24/centro-de-documentacionde-bambu-en-latinoamerica/>.
40. Rovira, E., & Cuyás, B. (09 de Noviembre de 2010). Simón Vélez: "Arquitectura en bambú" (conferencia). Obtenido de El bloc de Arquitectura
41. Sánchez Medrano, M. T., Espuna Mújica, J. A., & Roux Gutierrez, R. S. (2016). El bambú como elemento estructural: la especie *Guadua amplexifolia*. *Nova scientia*, 8(17), 657-677.
42. SIMON VELEZ: "Símbolo y búsqueda de lo primitivo" ACTUALIDAD Y FUTURO DE LA ARQUITECTURA DE BAMBU EN COLOMBIA, [www.tdx.cat/handle/10803/6130](http://www.tdx.cat/handle/10803/6130) .
43. Takahashi, J., El bambú y su potencial para desarrollo sostenible en el Perú, Univ. Cientif. Del Sur, [jtakahashi@ucsur.edu.pe](mailto:jtakahashi@ucsur.edu.pe), 2016.
44. Takeuchi, C. (2014). INVESTIGACIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA GUADUA DESARROLLADAS POR EL GRUPO DE

INVESTIGACIÓN ANÁLISIS, DISEÑO Y MATERIALES GIES. II SIMPOSIO INTERNACIONAL DE GUADÚA Y BAMBÚ, (págs. 51-60). BOGOTÁ.

45. Velásquez, H. J. C., Saraz, J. A. O., & Restrepo, J. M. V. (2005). Determinación de la resistencia mecánica a tensión y cizalladura de la *Guadua angustifolia* Kunth. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 58(1).
46. Weibull, W. (1939). *A statistical theory of the strength of materials*. Stockholm: Generalstabens litografiska anstalts förlag.
47. Ximena Londoño, Gloria C. Camayo, Néstor M. Riaño, y Y. López, “Caracterización Anatómica Del Culmo de *Guadua angustifolia* Kunth, (Poaceae: Bambusoideae)”, *Bamboo, Science & Culture*, Vol. 16. <https://es.scribd.com/document/228010306/Caracterizacion-Anatomica-Del-Culmo-deGuadua-Angustifolia-Kunth>.

**15. ANEXOS.**  
**ANEXO A: AVAL DE INGLES.**



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por la estudiante **JULIA ALEJANDRA CHILUISA MESIAS** de la **CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**, cuyo título versa "**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DEL BAMBU, COMO BIOMATERIAL DE CONSTRUCCIÓN**", lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, febrero del 2020

Atentamente,

**Lic/ Fernanda Aguaiza**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C. 050345849-9**



CENTRO  
DE IDIOMAS



EVENTOS DE CAPACITACIÓN							
TIPO	NOMBRE DEL EVENTO (TEMA)	EMPRESA / INSTITUCIÓN QUE ORGANIZA EL EVENTO	DURACIÓN HORAS	TIPO DE CERTIFICADO	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	PAÍS
CONGRESO	IV CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO	UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR	40	APROBACIÓN	05-jul-17	07-jul-17	ECUADOR
TALLER	TALLER DE BANCOS DE GERMOPLASMA VEGETAL	MINISTERIO DEL AMBIENTE	16	APROBACIÓN	28/09/2016	29/09/2016	ECUADOR
SEMINARIO	SEMINARIO DE CAPACITACIÓN EN CALIDAD AMBIENTAL	CONGOPE	8	APROBACIÓN	15/09/2016	15/09/2016	ECUADOR
SEMINARIO	SEMINARIO DE AGROFORESTERÍA	UTC - EXTENSIÓN DE LA MANA	40	APROBACIÓN	18/06/2015	26/06/2015	ECUADOR
CONFERENCIA	CONFERENCIA DE MEDICINA TRADICIONAL	GAD MUNICIPAL LA MANA	8	APROBACIÓN	01/05/2015	02/05/2015	ECUADOR
SEMINARIO	SEMINARIO DE AGROBIOTECNOLOGÍA E EMPLEO DE ROD	UTC - EXTENSIÓN DE LA MANA	40	APROBACIÓN	10/12/2014	12/12/2014	ECUADOR
ENCUENTRO	MOODLE DAY	ESCUELA POLITÉCNICA NACIO	8	APROBACIÓN	27/06/2014	28/06/2014	ECUADOR
SEMINARIO	SEMINARIO DE CONSERVACIÓN DE SUELOS	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE CO	40	APROBACIÓN	03/12/2014	07/12/2014	ECUADOR
DISERTACIÓN	CHARLAS ESPECIAIZADAS SOBRE EL AMBIENTE	FUNDACIÓN HERPETOLOGICA	8	APROBACIÓN	13/06/2013	13/06/2013	ECUADOR
TRAYECTORIA LABORAL RELACIONADA AL PUESTO							
NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN / ORGANIZACIÓN	UNIDAD ADMINISTRATIVA (DEPARTAMENTO / ÁREA / DIRECCIÓN)	DENOMINACIÓN DEL PUESTO	TIPO DE INSTITUCIÓN	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA		MOTIVO DE SALIDA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	FAULTAD DE CAREN - IMAN	DOCENTE	PÚBLICA OTRA	13/01/2017			NOMBRAMIENTO PERMANENTE
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	FAULTAD DE CAREN - IMAN	DOCENTE	PÚBLICA OTRA	01/01/2016	30/09/2016		CONTRATO SERVICIOS OCASIONALES
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	FAULTAD DE CAREN - LA MANA	COORDINADOR CARRERA ECO	PÚBLICA OTRA	01/10/2015	30/12/2016		CONTRATO SERVICIOS OCASIONALES
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	NIVELACIÓN	DOCENTE	PÚBLICA OTRA	25/06/2014	09/09/2014		CONTRATO SERVICIOS OCASIONALES
ENERGY & ENVIRONMENTAL CÍA. LTDA.	CONSULTORA AMBIENTAL Y ENERG	CONSULTOR AMBIENTAL	PRIVADA	01/01/2008	30/09/2014		CONTRATO SERVICIOS OCASIONALES
GREEN OIL MANEJO AMBIENTAL	CONSULTORA AMBIENTAL	CONSULTOR AMBIENTAL	PRIVADA	01/01/2011	30/09/2014		CONTRATO SERVICIOS OCASIONALES
CORPORACIÓN SEGURIDAD & AMBIENTE COBPOYANAPANA S.A.	CONSULTORA AMBIENTAL	CONSULTOR AMBIENTAL	PRIVADA	01/01/2011	30/09/2014		CONTRATO SERVICIOS OCASIONALES
OPERADORA OMY	INSTRUCTOR POR COMPETENCIAS	INSTRUCTOR AMBIENTAL	PRIVADA	01/01/2011	30/09/2014		CONTRATO SERVICIOS OCASIONALES
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR	COORDINADOR EDUCACIÓN A DISTA	COORDINADOR	PÚBLICA OTRA	01/01/2006	30/12/20199		CONTRATO SERVICIOS OCASIONALES
MISIÓN DEL PUESTO							
ACTIVIDADES ESSENCIALES							

\* Adjuntar historial laboral del IEES hoja resumen

\* Todos la información registrada en el presente formulario debe constar en el expediente personal del archivo que maneja la Dirección de Talento Humano

## ANEXO C: IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES Y TOMA DE MUESTRAS.

Ilustración 1: Area de estudio Guadua



Fuente: Alejandra Chiluisa

Ilustración 2: Estructura del area de Estudio



Fuente: Alejandra Chiluisa



Ilustracion 3: Identificacion de la Guadua Colombiana



Fuente: Alejandra Chiluisa

Ilustracion 4: Identificacion de la Guadua Brava



Fuente: Alejandra Chiluisa

Ilustracion 5: Recoleccion de Especies



Fuente: Alejandra Chiluisa

## **ANEXO D: ENSAYO DE LAS PROBETAS DE GUADUA ANGUSTIFOLIA Y GUADUA BRAVA.**

Ilustración 6: Probeta Guadua Angustifolia 2 años



Ilustración 7: Probeta Tacuara Brava 2 años



Ilustración 8: Probeta Guadua Angustifolia 4 años



Ilustración 9: Probeta Tacuara Brava 2 años



Fuente: Alejandra Chiluisa


Ilustración 10: Equipo de Ensayo de las probetas de Guadua Angustifolia y Guadua Brava




Fuente: Alejandra Chiluisa

## Ilustración 8: Resultados de laboratorio

20/1/2020



**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL DICA**  
 Campus Politécnico José Rubén Orellana Ricaurte  
 Direc.: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía Edif. Ing. Civil Mezzanine Ofic.:M15 Telf.: 2976300  
 ext. 1609  
 Personas de Contacto: Ing Mercedes Villacis, Telf.: 2976300 ext. 1609 - 1605. e-mail:  
 lemsur@epn.edu.ec  
 Lcda. Andrea Vinuesa , Telf.: 2976300 ext.1609-1605 , e-mail:  
 Quito - Ecuador



---

**PROFORMA**

<b>Código:</b> DA-P1229-2020	<b>Fecha:</b> 2020-01-16
<b>Cliente:</b> ALEJANDRA CHILUISA	<b>Dirección:</b> SALCEDO
<b>Cédula:</b> 0502766058	<b>RUC:</b>
<b>Teléfono:</b> 032727639	<b>Celular:</b> 0983943542
<b>Contacto:</b>	<b>E-mail:</b> julia.chiluisa6058@utc.edu.ec


Servicio	Método	Unidad/Laboratorio	Cant.	V. Unitario	Total	
TRACCION PROBETAS	N/A	LEMSUR	4	22,00	88,00	
					<b>Sub Total:</b>	88,00
					<b>IVA (12.0%):</b>	10,56
					<b>Total:</b>	<b>98,56</b>


**Nota:**

---

**Validez de la proforma:**

**Forma de Pago:**

  
 Cliente: ALEJANDRA CHILUISA


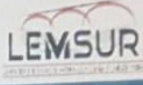


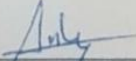
  
 Responsable: mercedes.villacis@epn.edu.ec

📍 Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía Edif. Ing. Civil Mezzanine Ofic.:M15

🌐 lemsur@epn.edu.ec

☎ 2976300 ext. 1609

	ORDEN DE SERVICIO		CÓDIGO	
	ISO/IEC 17025		F-T-5-06	
			VERSIÓN	
				00
				
<b>1. DATOS DEL CLIENTE</b>				
Razón social: ALEJANDRA CHILUISA		RUC/ CI: 0502766058		
Dirección: SALCEDO		Teléfono: 032727639		
Correo: julia.chiluisa6058@utc.edu.ec		Celular: 0983943542		
Contacto: Alejandra Chiluisa		RUC/ CI: 0502766058		
Correo: julia.chiluisa6058@utc.edu.ec		Celular: 0983943542		
Nota: Esta persona será la responsable de la recepción de los informes de resultados				
<b>2. INFORMACIÓN DEL PROYECTO</b>				
Nombre: Determinación de la resistencia del bambú como biomaterial de construcción				
Ubicación: Salcedo		Contratante: Alejandra Chiluisa		
Contratista: Universidad Tecnica de Cotopaxi		Fiscalizador: Ingeniero Jaime Lema		
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS</b>				
Norma de referencia	Descripción de ensayo	Cantidad	Procedencia	Muestra Observaciones
N/A	TRACCION PROBETAS	4	CAÑA GUADUA	***
<b>4. PROGRAMACIÓN</b>				
N°. Orden: 023		Plazo de entrega: 7 días laborables		
La programación se realizará a partir de la fecha de pago, y podrá modificarse en función del flujo de trabajo del LEMSUR.				
<b>5. PAGO</b>				
Orden de pago	DA-P1229-2020	La EPN no está sujeta a ningún tipo de retención.		
Información de contacto	Correo: lemsur@epn.edu.ec	Teléfono: 2976300 ext 1609		
Forma de pago	Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía. Edificio N° 6			
Información bancaria	Efectivo, transferencia o cheque certificado a nombre de la Escuela Politécnica Nacional. El comprobante del pago deberá enviarse al correo de contacto.			
	Cliente: Escuela Politécnica Nacional	Entidad bancaria: Banco Pichincha		
	RUC: 1760005620001	Cuenta corriente: 3245292604. Sublínea: 130108.		
<b>6. TÉRMINO Y POLÍTICAS</b>				
a) Toda la información proporcionada por el cliente, y registrada en el presente documento, es responsabilidad del cliente y no está sujeta a cambios. Cuando el cliente solicite modificaciones o desee contratar servicios adicionales, estos cambios se realizarán en una nueva orden de servicio.				
b) Cuando la modificación de la información proporcionada por el cliente implique la reimpresión de informes, el cliente deberá cubrir los gastos incurridos.				
c) La información proporcionada por el cliente, así como los resultados de los servicios contratados, es información confidencial. La difusión de esta información sólo será autorizada por el cliente o por requerimientos legales.				
d) Cuando el cliente requiera ingresar a las instalaciones del LEMSUR, se compromete a cumplir con el reglamento del LEMSUR y la firma de salvaguardias.				
e) Los ensayos marcados con asterisco no incluirán declaraciones de conformidad bajo ningún concepto.				
<b>7. FIRMAS DE ACEPTACIÓN</b>				
Por constancia de lo establecido en el presente documento, el cliente y el responsable de LEMSUR suscriben este documento, el 16 de enero de 2020.				
 ALEJANDRA CHILUISA CLIENTE		  RESPONSABLE LEMSUR		



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



TRACCIÓN EN CAÑA GUADUA

INF. No. 20-0054  
01 de 02

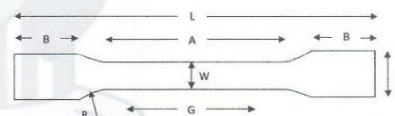
Quito, 27 de enero de 2020

SOLICITA: ALEJANDRA CHILUISA  
Atención: Alejandra Chiluisa  
Dirección: Salcedo  
PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL BAMBÚ COMO BIOMATERIAL DE CONSTRUCCIÓN  
CONTRATISTA: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FISCALIZADOR: ING. JAIME LEMA  
ELEMENTO: \*\*\*  
MUESTRA: Guadua Colombiana de 2 años  
NORMA REFERENCIA: ISO 22157-1

CARGA [KN]	DEFORMACIÓN [mm/mm]*10 <sup>6</sup>	ESFUERZO [MPa]
0.000	0	0.000
0.500	151	3.979
1.000	300	7.959
1.500	457	11.938
2.000	593	15.917
2.500	721	19.897
3.000	883	23.876
3.500	984	27.855
4.000	1122	31.835
4.500	1247	35.814
5.000	1348	39.793
5.500	1466	43.772
6.000	1606	47.752
6.500	1760	51.731
7.000	1914	55.710
7.500	2082	59.690
8.000	2266	63.669
8.500	2447	67.648
9.000	2636	71.628
9.500	2830	75.607
10.000	3035	79.586
10.500	3233	83.566
11.000	3432	87.545
11.500	3674	91.524
12.000	3880	95.504
13.000	4408	103.482
14.000	5087	111.421
15.000	5658	119.380
16.000	6321	127.338
17.000	7986	135.297
18.000	8956	143.255
18.190	9607	144.768

CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA		
Ancho ( W )	[mm]	11.33
Espesor ( T )	[mm]	11.09
Longitud Total ( L )	[mm]	250.00
Longitud sección reducida ( A )	[mm]	89.49
Longitud sección de agarre ( B )	[mm]	71.46
Ancho de la sección de agarre ( C )	[mm]	21.81

RESUMEN DE RESULTADOS		
Área	[mm <sup>2</sup> ]	125.65
Carga Máxima de Tensión	[KN]	18.19
Esfuerzo máximo de Tensión	[MPa]	144.77
Modulo de Elasticidad	[MPa]	19744.0
Humedad natural	[%]	15.4%
Peso volumétrico natural	[g/cm <sup>3</sup> ]	0.64



ING. MERCEDES VILLACÍS  
JEFE DEL LABORATORIO



Telf.: 2976300  
Ext.: 1609

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía / Edif. Ing. Civil / Mezanine / Ofic. M15 Email: lemsur@epn.edu.ec



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



TRACCIÓN EN CAÑA GUADUA

INF. No. 20-0056  
01 de 02

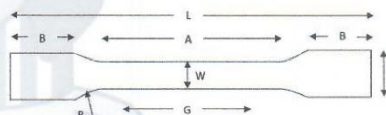
Quito, 27 de enero de 2020

SOLICITA: ALEJANDRA CHILUISA  
Atención: Alejandra Chiluisa  
Dirección: Salcedo  
PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL BAMBÚ COMO BIOMATERIAL DE CONSTRUCCIÓN  
CONTRATISTA: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FISCALIZADOR: ING. JAIME LEMA  
ELEMENTO: \*\*\*  
MUESTRA: Guadua Colombiana de 1 años  
NORMA REFERENCIA: ISO\_22157-1

CARGA [kN]	DEFORMACIÓN [mm/mm]*10 <sup>6</sup>	ESFUERZO [MPa]
0.000	0	0.000
0.500	129	3.717
1.000	245	7.433
1.500	366	11.150
2.000	488	14.868
2.500	599	18.583
3.000	721	22.299
3.500	846	26.016
4.000	964	29.732
4.500	1077	33.449
5.000	1206	37.165
5.500	1335	40.882
6.000	1469	44.598
6.500	1605	48.315
7.000	1742	52.031
7.500	1880	55.748
8.000	2017	59.464
8.500	2163	63.181
9.000	2301	66.897
9.500	2459	70.614
10.000	2593	74.330
11.000	2883	81.763
12.000	3168	89.197
13.000	3462	96.630
14.000	3763	104.063
15.000	4079	111.496
16.000	4387	118.929
17.000	4760	126.362
18.000	5106	133.795
19.000	5516	141.228
20.000	6006	148.661
21.440	6749	159.364

CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA		
Ancho ( W )	[mm]	11.44
Espesor ( T )	[mm]	11.76
Longitud Total ( L )	[mm]	241.00
Longitud sección reducida ( A )	[mm]	99.81
Longitud sección de agarre ( B )	[mm]	64.24
Ancho de la sección de agarre ( C )	[mm]	18.53

RESUMEN DE RESULTADOS		
Área	[mm <sup>2</sup> ]	134.53
Carga Máxima de Tensión	[kN]	21.44
Esfuerzo máximo de Tensión	[MPa]	159.36
Modulo de Elasticidad	[MPa]	25455.6
Humedad natural	[%]	15.5%
Peso volumétrico natural	[g/cm <sup>3</sup> ]	0.89



X ING. MERCEDES VILLACÍS  
JEFE DEL LABORATORIO



Telf.: 2976300  
Ext.: 1609





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



TRACCIÓN EN CAÑA GUADUA

INF. No. 20-0053  
01 de 02

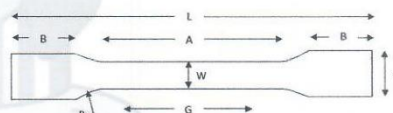
Quito, 27 de enero de 2020

SOLICITA: ALEJANDRA CHILUISA  
Atención: Alejandra Chiluisa  
Dirección: Salcedo  
PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL BAMBÚ COMO BIOMATERIAL DE CONSTRUCCIÓN  
CONTRATISTA: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FISCALIZADOR: ING. JAIME LEMA  
ELEMENTO: \*\*\*  
MUESTRA: *Guadua Braca de 2 años*  
NORMA REFERENCIA: ISO 22157-1

CARGA	DEFORMACIÓN	ESFUERZO
[KN]	[mm/mm]*10 <sup>-6</sup>	[MPa]
0.000	0	0.000
0.500	140	6.736
1.000	259	13.472
1.500	395	20.209
2.000	544	26.945
2.500	690	33.681
3.000	852	40.417
3.500	1025	47.153
4.000	1218	53.889
4.500	1405	60.626
5.000	1586	67.362
5.500	1781	74.098
6.000	2002	80.834
6.500	2179	87.570
7.000	2394	94.307
7.500	2602	101.043
8.000	2834	107.779
8.500	3063	114.516
9.000	3304	121.251
9.500	3558	127.987
10.000	3818	134.724
10.500	4092	141.460
11.000	4361	148.196
11.500	4644	154.932
12.000	4957	161.668
12.500	5270	168.405
13.000	5626	175.141
13.500	6035	181.877
14.000	6506	188.613
14.500	6982	195.349
15.000	7561	202.086
15.440	8000	208.013

CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA		
Ancho ( W )	[mm]	10.68
Espesor ( T )	[mm]	6.95
Longitud Total ( L )	[mm]	246.00
Longitud sección reducida ( A )	[mm]	87.78
Longitud sección de agarre ( B )	[mm]	68.10
Ancho de la sección de agarre ( C )	[mm]	19.32

RESUMEN DE RESULTADOS		
Área	[mm <sup>2</sup> ]	74.23
Carga Máxima de Tensión	[KN]	15.44
Esfuerzo máximo de Tensión	[MPa]	208.01
Modulo de Elasticidad	[MPa]	28969.6
Humedad natural	[%]	12.5%
Peso volumétrico natural	[g/cm <sup>3</sup> ]	0.81



X ING. MERCEDES VILLACÍS

JEFE DEL LABORATORIO



Telf.: 2976300  
Ext.: 1609

Dirección: Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía / Edif. Ing. Civil / Mezanine / Ofc. M15 Email: lemsur@epn.edu.ec



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



TRACCIÓN EN CAÑA GUADUA

INF. No. 20-0058  
01 de 02

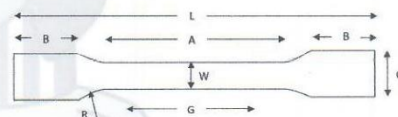
Quito, 27 de enero de 2020

SOLICITA: ALEJANDRA CHILUISA  
Atención: Alejandra Chiluisa  
Dirección: Salcedo  
PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL BAMBÚ COMO BIOMATERIAL DE CONSTRUCCIÓN  
CONTRATISTA: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FISCALIZADOR: ING. JAIME LEMA  
ELEMENTO: \*\*\*  
MUESTRA: Guadua Brava de 1 años  
NORMA REFERENCIA: ISO\_22157-1

CARGA [KN]	DEFORMACIÓN [mm/mm]*10 <sup>6</sup>	ESFUERZO [MPa]
0.000	0	0.000
0.500	149	4.408
1.000	273	8.816
1.500	381	13.225
2.000	490	17.633
2.500	607	22.041
3.000	720	26.449
3.500	847	30.858
4.000	972	35.266
4.500	1093	39.674
5.000	1211	44.082
5.500	1328	48.490
6.000	1456	52.899
6.500	1583	57.307
7.000	1713	61.715
7.500	1836	66.123
8.000	1966	70.532
8.500	2109	74.940
9.000	2256	79.348
9.500	2406	83.756
10.000	2548	88.164
10.500	2694	92.573
11.000	2843	96.981
11.500	2991	101.389
12.000	3147	105.797
12.500	3310	110.206
13.000	3470	114.614
13.500	3636	119.022
14.000	3808	123.430
14.500	3984	127.838
15.700	4444	138.418
16.000	4538	141.063
16.400	4695	144.590

CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA		
Ancho ( W )	[mm]	12.17
Espesor ( T )	[mm]	9.32
Longitud Total ( L )	[mm]	252.00
Longitud sección reducida ( A )	[mm]	88.70
Longitud sección de agarre ( B )	[mm]	75.18
Ancho de la sección de agarre ( C )	[mm]	20.87

RESUMEN DE RESULTADOS		
Área	[mm <sup>2</sup> ]	113.42
Carga Máxima de Tensión	[KN]	16.40
Esfuerzo máximo de Tensión	[MPa]	144.59
Modulo de Elasticidad	[MPa]	32693.9
Humedad natural	[%]	12.4%
Peso volumétrico natural	[g/cm <sup>3</sup> ]	0.89



ING. MERCEDES VILLACÍS

JEFE DEL LABORATORIO



Telf.: 2976300  
Ext.: 1609