

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**Caracterización de las
propiedades físicas y mecánicas
del bambú *Bambusa vulgaris*
para uso estructural en
Colombia.**

Fabian Leonardo Alvarez Vega

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Artes

Maestría en Construcción

Bogotá D.C., Colombia

2018

Caracterización de las propiedades físicas y mecánicas del bambú *Bambusa vulgaris* para uso estructural en Colombia.

Fabian Leonardo Alvarez Vega

Tesis presentada como requisito para optar al título de:
Magister en Construcción

Director:

MSc. Ingeniero Civil Andrés Felipe Guerra Riaño

Codirector:

MSc. Arquitecto Miguel Arturo Gamba Fuentes

Línea de Investigación:

Materiales para Construcción

Grupo de Investigación:

Madera y Guadua Universidad Nacional de Colombia - GIMG

Centro de Investigación de Bambú y Madera - CIBAM

Universidad Nacional de Colombia

Bogotá D.C., Colombia

2018

«Nuestros primeros esfuerzos son puramente instintivas incitaciones de una vívida e indisciplinada imaginación. Pero esos impulsos tempranos, aunque no son inmediatamente productivos, son del momento más grande y podrían darle forma a nuestros mismos destinos»

Nikola Tesla

Agradecimientos

En primera instancia agradezco a Dios, quien me ha iluminado y fortalecido para llegar a una buena entrega, y un gran aporte para la ingeniería y la arquitectura de mi país con la utilización de nuevos materiales.

A mi madre Ligia del Carmen Vega, mi padre José Arnoldo Alvarez, quienes me inculcaron el amor por la academia desde mis primeros pasos como estudiante, quienes constantemente me apoyan en cada paso académico.

A el arquitecto Jorge Enrique Lozano Peña, quien me ha acompañado durante todo el proceso de la tesis desde sus comienzos como una idea, aportando su conocimiento y experiencia en cada paso, a mi director de tesis el ingeniero Andrés Felipe Guerra Riaño junto con mi codirector el arquitecto Miguel Arturo Gamba Fuentes por su apoyo y dedicación constante en la tesis.

A el ingeniero Eduardo Huertas, por su amabilidad y colaboración constante durante el proceso de recolección y selección del Bambú en el municipio de La Mesa Cundinamarca, por su aporte en emprendimiento y dedicación, por otra parte, al ingeniero y amigo Diego Cely por su apoyo en la selección y recolección del material en campo, a mis amigos y colegas arquitecta Laura Catalina Sánchez y arquitecto David Pérez por su acompañamiento en el desarrollo de la tesis y aportes intelectuales a esta.

Resumen

El bambú es un recurso natural renovable dotado de propiedades y características excelentes para la construcción de estructuras, siendo usado desde hace siglos en Asia y Latinoamérica (John K Francis, 1993). Una de las ventajas respecto a materiales tradicionales como el acero y el concreto, es que su transformación en material de construcción implica un menor consumo de energía, generando menos efectos negativos al medio ambiente.

En esta investigación se determinan las propiedades físico-mecánicas del Bambú *Bambusa vulgaris* proveniente del municipio de La Mesa, Cundinamarca, Colombia. Estudiando 12 culmos a los cuales se les realizan ensayos físicos para determinar contenido de humedad y densidad básica. Además se halla el valor del módulo de elasticidad y esfuerzos admisibles con ensayos mecánicos de compresión paralela, compresión perpendicular a las fibras, corte paralelo a las fibras, tracción y flexión, siguiendo los procedimientos descritos en la norma técnica colombiana NTC 5525 "Métodos de Ensayo para Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas de la *Guadua angustifolia kunth*" y el Código colombiano de construcción sismo resistente NSR10, necesarios para el diseño de estructuras con *Bambusa vulgaris*.

Palabras clave: Bambú, *Bambusa vulgaris*, construcción, contenido de humedad, densidad, esfuerzo admisible, módulo de elasticidad.

Abstract

Bamboo is a natural resource, skilled with excellent characteristics and properties for structural construction, it has been used since long time ago in Asia and Latin America (John K Francis, 1993). One advantage in relation to conventional materials as Steel and concrete consist of the lower energy consumption in the process to be a construction material, in this way, there are less negative effects on the environment.

In this research are going to be determined the physical and mechanical properties of the Bamboo *Bambusa vulgaris* from the municipality of La Mesa, Cundinamarca, Colombia. 12 bamboo plants were studied to determine the degree of moisture and the basic degree density. Furthermore, there are going to be obtained the results from elasticity modulus and allowable stress through mechanical tests of paralel and perpendicular compressive stress, shear stress, tensión stress and flexion stress, following the procedures described in NTC 5525 "Testing methods to find the physical and mechanical properties of *Guadua angustifolia kunth*" and Colombian Seismoresistant Construction Regulation NSR-10, required to the structural design with *Bambusa vulgaris*.

Key words: Bamboo, *Bambusa vulgaris*, mechanical test, moisturecontent, density, admissible stress, modulus of elasticity

Contenido

	Pág.
Resumen	VIII
Lista de figuras	XIV
Lista de tablas	XVII
Introducción	1
1. Objetivos	3
1.1 Objetivo General	3
1.2 Objetivos específicos	3
2. Marco Teórico	5
2.1 La construcción sostenible	5
2.2 El bambú como material de construcción	5
2.3 El bambú <i>Bambusa vulgaris</i>	7
3. Antecedentes	11
4. Preliminares	15
4.1 Lugar de recolección de los culmos de <i>Bambusa vulgaris</i>	15
4.2 Selección e identificación de culmos	16
4.3 Identificación de culmos y probetas.....	18
5. Ensayos Físicos y Mecánicos	21
5.1 Contenido de Humedad.....	21
5.1.1 Preparación de probetas ensayo de contenido de humedad	21
5.1.2 Metodología de ensayo de contenido de humedad NTC 5525.....	22
5.1.3 Resultados y análisis estadísticos ensayo de contenido de humedad	23
5.2 Densidad.....	26
5.2.1 Preparación de probetas ensayo de densidad	26
5.2.2 Metodología de ensayo de densidad NTC 5525	27
5.2.3 Resultados y análisis estadísticos ensayo de densidad	28
5.3 Ensayo de compresión paralela a las fibras	30
5.3.1 Preparación de probetas para compresión paralela a las fibras.....	31
5.3.2 Metodología de ensayo compresión paralela a las fibras NTC 5525.....	31
5.3.3 Resultados y análisis estadísticos compresión paralela a las fibras.....	34
5.4 Ensayo de compresión perpendicular a las fibras.....	38
5.4.1 Preparación de probetas para compresión perpendicular a las fibras	39

5.4.2	Metodología de ensayo compresión perpendicular a las fibras NTC 5525.....	39
5.4.3	Resultados y análisis estadísticos compresión perpendicular a las fibras.....	42
5.5	Ensayo de flexión.....	46
5.5.1	Preparación de probetas ensayo de flexión.....	47
5.5.2	Metodología de ensayo de flexión NTC 5525.....	47
5.5.3	Resultados y análisis estadísticos ensayo de flexión.....	51
5.6	Ensayo de Corte paralelo a las fibras.....	54
5.6.1	Preparación de probetas corte paralelo a las fibras.....	55
5.6.2	Metodología de ensayo corte paralelo a las fibras NTC 5525.....	55
5.6.3	Resultados y análisis estadísticos corte paralelo a las fibras.....	57
5.7	Ensayo de Tensión paralela a las fibras.....	61
5.7.1	Preparación de probetas ensayo de tensión paralela a las fibras.....	62
5.7.2	Metodología de ensayo de tensión paralela a las fibras NTC 5525.....	62
5.7.3	Resultados y análisis estadísticos ensayo de tensión paralela a las fibras....	65
5.8	Módulo de elasticidad.....	69
5.8.1	Metodología NCT 5525 para calcular Módulo de elasticidad.....	69
6.	Comparación de densidad y esfuerzos admisibles entre la <i>Bambusa vulgaris</i> y la <i>Guadua angustifolia kunth</i>.....	72
6.1.	Densidad.....	72
6.2.	Esfuerzo admisible a compresión paralela a las fibras.....	73
6.3.	Esfuerzo admisible a compresión perpendicular.....	73
6.4.	Esfuerzo admisible a flexión.....	74
6.5.	Esfuerzo admisible a corte paralelo a las fibras.....	74
6.6.	Esfuerzo admisible a tensión paralela a las fibras.....	75
6.7.	Módulo de elasticidad.....	75
7.	Conclusiones.....	77
8.	Discusión y recomendaciones.....	81

Lista de figuras

Figura 2-1	Fotografías viviendas construidas con estructura en Guadua.	6
Figura 2-2	<i>Bambusa vulgaris</i> en estado natural (autor).....	8
Figura 2-3	Esquema anatómico del bambú(Francis, 1993)	9
Figura 4-1	Localización lugar de extracción de culmos.	15
Figura 4-2	Vista del Bambusario desde costado norte y sur respectivamente. Fuente: autor	16
Figura 4-3	Selección de culmos en Bambusario e inspección visual. Fuente: autor.....	17
Figura 4-4	Corte y marcación de los culmos en campo. Fuente: autor.....	17
Figura 4-5	Acopio del material. Fuente: autor.....	18
Figura 5-1	Resumen de resultados, ensayo de densidad.....	29
Figura 5-2	Instrumentos para el ensayo de compresión paralela. Fuente: autor.	30
Figura 5-3	Corte de probetas. Fuente: autor.	31
Figura 5-4	Montaje ensayo de compresión paralela a las fibras. Fuente: autor.....	32
Figura 5-5	Resumen de resultados del ensayo a compresión paralela a las fibras. Fuente: autor.	37
Figura 5-6	Instrumentos para el ensayo de compresión perpendicular a las fibras. Fuente: Autor.	38
Figura 5-7	Preparación de las probetas de compresión perpendicular a las fibras. Fuente: Autor.	39
Figura 5-8	Montaje del ensayo de compresión perpendicular a las fibras. Fuente: autor. 40	
Figura 5-9	Resumen de los resultados del ensayo de compresión perpendicular a las fibras. 45	
Figura 5-10	Montaje para el ensayo de flexión	46
Figura 5-11	Probetas de flexión. Fuente: autor.....	47
Figura 5-12	Montaje del ensayo de flexión. Fuente: Autor.....	47
Figura 5-13	Fallas típicas del ensayo de flexión. Fuente: autor.	48
Figura 5-14	Resumen de resultados para el ensayo de flexión. Fuente: autor.	53
Figura 5-15	Instrumentos para el ensayo de corte paralelo a las fibras. Fuente: autor. 54	
Figura 5-16	Preparación de las probetas de corte paralelo a las fibras. Fuente: Autor. 55	
Figura 5-17	Montaje del ensayo de corte paralelo a las fibras. Fuente: autor.	55
Figura 5-18	Resumen de los resultados del ensayo de corte paralelo a las fibras. Fuente: autor. 60	

Figura 5-19	Instrumentos para el ensayo de tensión paralela a las fibras. Fuente: autor.	61
Figura 5-20	Preparación de las probetas del ensayo de tensión paralela a las fibras. Fuente: autor.	62
Figura 5-21	Montaje del ensayo de tensión paralela a las fibras. Fuente: autor.....	63
Figura 5-22	Resumen de resultados del ensayo de tensión paralela a las fibras. Fuente: autor.	68
Figura 5-23	Gráfica esfuerzo vs deformación. Fuente: autor	69
Figura 5-24	Gráfico esfuerzo vs deformación, rango elástico. Fuente: autor	70
Figura 6-1	Comparación entre regiones densidad. Fuente: Autor.....	72
Figura 6-2	Comparación entre regiones esfuerzo último compresión paralela. Fuente: Autor.	73
Figura 6-3	Comparación entre regiones esfuerzo último compresión perpendicular. Fuente: Autor.	73
Figura 6-4	Comparación entre regiones esfuerzo último flexión. Fuente: Autor.	74
Figura 6-5	Comparación entre regiones esfuerzo último corte paralelo. Fuente: Autor... ..	74
Figura 6-6	Comparación entre regiones esfuerzo último tensión paralela. Fuente: Autor.	75
Figura 6-7	Comparación entre regiones módulo de elasticidad compresión paralela. Fuente: Autor.	75

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 5-1 Resultados de CH compresión paralela. Fuente: autor.....	23
Tabla 5-2 Resultados de CH flexión. Fuente: autor.	24
Tabla 5-3 Resultados de CH corte paralelo. Fuente: autor.	24
Tabla 5-4 Resultados de CH tensión paralela. Fuente: autor.....	25
Tabla 5-5 Resultados del ensayo de densidad. Fuente: autor.	28
Tabla 5-6 Cantidad de probetas para el ensayo y su distribución. Fuente: Autor.....	30
Tabla 5-7 Factores de reducción. Fuente: NSR-10.....	34
Tabla 5-8 Coeficiente de modificación por contenido de humedad (C_m), según NSR10	
Tabla G.12.7-5	34
Tabla 5-9 Resultado de esfuerzo admisible (MPa), ante sollicitaciones de compresión paralela a las fibras parte inferior. Fuente: autor.....	35
Tabla 5-10 Resultado de esfuerzo admisible (MPa), ante sollicitaciones de compresión paralela a las fibras parte media. Fuente: autor.....	35
Tabla 5-11 Resultado de esfuerzo admisible (MPa), ante sollicitaciones de compresión paralela a las fibras parte superior. Fuente: autor.....	36
Tabla 5-12 Resultado de esfuerzo admisible (MPa), ante sollicitaciones de compresión paralela a las fibras Total probetas. Fuente: autor.....	36
Tabla 5-13 Cantidad de probetas para el ensayo y su distribución. Fuente: Autor.....	38
Tabla 5-14 Factores de reducción. Fuente: NSR-10.....	42
Tabla 5-15 Coeficientes de modificación por CH. Fuente: NSR-10.....	42
Tabla 5-16 Resultados de compresión perpendicular parte Inferior. Fuente: autor	43
Tabla 5-17 Resultados de compresión perpendicular parte media. Fuente: autor	43
Tabla 5-18 Resultados de compresión perpendicular parte superior. Fuente: autor	43
Tabla 5-19 Resultados de compresión perpendicular total probetas. Fuente: autor.....	44
Tabla 5-20 Factores de reducción. Fuente: NSR-10.....	51
Tabla 5-21 Coeficientes de modificación de contenidos de humedad para el ensayo de flexión. Fuente: NSR 10	52
Tabla 5-22 Resultados del ensayo de flexión. Fuente: autor.	52
Tabla 5-23 Cantidad de probetas para el ensayo y su distribución. Fuente: Autor.....	54
Tabla 5-24 Coeficientes de modificación por contenido de humedad CH para el ensayo de corte paralelo a las fibras. Fuente: NSR-10	58
Tabla 5-25 Resultados de corte paralelo a las fibras Parte inferior. Fuente: NSR-10	58

Tabla 5-26 Resultados de corte paralelo a las fibras Parte media. Fuente: NSR-10	59
Tabla 5-27 Resultados de corte paralelo a las fibras Parte superior. Fuente: NSR-10	59
Tabla 5-28 Resultados de corte paralelo a las fibras Total probetas. Fuente: NSR-10....	59
Tabla 5-29 Cantidad de probetas para el ensayo y su distribución. Fuente: Autor	61
Tabla 5-30 Coeficiente de modificación por CH para tensión. Fuente: NSR-10.....	66
Tabla 5-31 Resultados de tensión paralela a las fibras Parte inferior. Fuente: NSR-10...	66
Tabla 5-32 Resultados de tensión paralela a las fibras Parte media. Fuente: NSR-10....	67
Tabla 5-33 Resultados de tensión paralela a las fibras Parte superior. Fuente: NSR-10.	67
Tabla 5-34 Resultados de tensión paralela a las fibras Total probetas. Fuente: NSR-10	67
Tabla 5-35 Resultados de módulos de elasticidad para el ensayo de compresión paralela a las fibras. Fuente: autor	70
Tabla 5-36 Análisis estadístico de módulo de elasticidad. Fuente: autor.....	71
Tabla 5-37 Resultados de módulo de elasticidad con coeficiente de modificación por CH. Fuente: autor.	71
Tabla 7-1 Comparación de esfuerzos admisibles. Fuente: autor	79
Tabla 7-2 Comparación de MoE más coeficiente de modificación por CH.Fuente: autor	79

Introducción

Debido a la importancia de usar de nuevos materiales en la industria de la construcción que causen el menor impacto negativo al medio ambiente, se ha dinamizado la investigación en buscar materiales renovables que consuman la menor energía posible en procesos de extracción y transformación, para así garantizar la sostenibilidad de las actividades de construcción, teniendo en cuenta, que la protección del medio ambiente minimizando el uso de recursos no renovables está a nuestro alcance y es de total dependencia del ser humano (Lukacevic, Lederer, & Füssl, 2017).

Dando respuesta a esta problemática, esta investigación estudia el comportamiento físico mecánico del bambú *Bambusa vulgaris* hallando parámetros de resistencia que permitan su introducción en el código colombiano de construcción sismo resistente NSR10, el cual en la actualidad admite el uso de una sola especie de bambú (*Guadua angustifolia kunth*), diversificando de este modo en alternativas de materiales que garanticen una construcción segura y amigable con el medio ambiente (Asociación colombiana de ingeniería sísmica (AIS), 2010).

Es relevante mencionar que el bambú es un recurso natural renovable dotado de propiedades y características excelentes para usos estructurales y acabados, además, ha sido utilizado desde hace siglos en Asia y Latinoamérica. Comparándolo con otros materiales como el acero y el concreto, su transformación para ser utilizado en construcción implica un menor consumo de energía, por lo que genera menos impactos ambientales negativos. (Assink et al., 2006)

En Colombia los sembradíos de bambú se desarrollan de manera óptima en la región central de los andes entre los 500 y 1500 metros sobre el nivel del mar, en temperaturas que oscilan entre los 17° C y 26°C. (Van Eynde & Blomley, 2015). Cabe resaltar que el bambú es una planta que aporta muchos beneficios al medio ambiente y al hombre, cuando

es utilizada en la construcción de viviendas funciona como un aislador térmico y acústico (Estrada, 2016).

Para encontrar los parámetros de resistencia necesarios para diseñar estructuras con *Bambusa vulgaris*, se utilizaron los procedimientos descritos en la norma NTC 5525 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC, 2007) y NSR-10. Como resultado se obtuvo el esfuerzo admisible de flexión de 19,4 MPa, tracción 27 MPa, compresión paralela a las fibras 17 MPa, corte paralelo a las fibras 1.8 MPa y compresión perpendicular 5.3 MPa, siendo superiores a los registrados para el bambú *Guadua angustifolia kunth* reportados en el código colombiano de construcción sismo resistente NSR10.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Determinar las características físicas y mecánicas del Bambú *Bambusa vulgaris*, del municipio de La Mesa, Cundinamarca Colombia, mediante los ensayos y procedimientos indicados en la norma técnica colombiana NTC 5525 y el código colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar la caracterización física de 12 culmos de *Bambusa vulgaris*, siguiendo los procedimientos indicados en la norma técnica colombiana NTC 5525 y código colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.
- Realizar los ensayos físicos de contenido de humedad y densidad, mediante los procedimientos indicados en la norma técnica colombiana NTC 5525 y código colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.
- Ejecutar los ensayos mecánicos de corte paralelo (V), compresión paralela (C), tracción paralela a la fibra (T), compresión perpendicular a la fibra (Cp), y flexión (F) mediante los procedimientos indicados en la norma técnica colombiana NTC 5525.
- Determinar el valor de esfuerzo admisible para corte paralelo (V), compresión paralela (C), tracción paralela a la fibra (T), compresión perpendicular a la fibra (Cp), y flexión (F) mediante los procedimientos indicados en el código colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.

4 Caracterización de las propiedades físicas y mecánicas del bambú *Bambusa vulgaris* para uso estructural en Colombia.

- Determinar el valor de los esfuerzos admisibles afectándolos con el factor de corrección por contenido de humedad mediante los procedimientos indicados en el código colombiano de construcción sismo resistente NSR-10. para reportarlos con un contenido de humedad del 12%.
- Comparar los esfuerzos admisibles del bambú *Bambusa vulgaris*, con los esfuerzos admisibles del bambú *Guadua angustifolia kunth* reportados en el código colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 e investigaciones realizadas en los departamentos de Santander (municipios de Oiba y Socorro), Cundinamarca (municipio de Guaduas) y Tolima.

2.Marco Teórico

2.1 La construcción sostenible

Para tener claro el término de construcción sostenible, debemos conocer que este no solo abarca las construcciones propiamente dichas, es un término que tienen en cuenta también el entorno donde se desarrolla la construcción o proyectos. Las construcciones sostenibles no solo son aquellas que poseen la capacidad de mejorar la eficiencia energética y de agua como comúnmente se tiene pensado, estas se determinan también por el uso del espacio, el suelo y la prioridad que se tiene ante la funcionalidad de la construcción (Ramírez, 2002).

Durante el transcurso del tiempo y mediante métodos basados en la experiencia se ha llegado a diversas conclusiones respecto a la construcción de edificaciones sostenibles debido a que no resulta fácil cambiar el sistema de construcción de los edificios y de gestionar su funcionamiento, porque las grandes industrias y productores de materiales clásicos siempre han tenido un sistema de construcción que no considera que los recursos naturales son finitos. (Innovación & Bernal, 1998)

Esto conlleva un cambio en la mentalidad de la industria y las estrategias económicas con la finalidad de priorizar el reciclaje, re-uso y recuperación de materiales frente a la tendencia tradicional de la extracción de materias naturales y fomentar la utilización de procesos constructivos y energéticos basado en productos y energías renovables (Ramírez, 2002).

2.2 El bambú como material de construcción

Desde la época precolombina el bambú se ha utilizado como material para la construcción de diferentes clases de edificaciones, existen varios autores referentes al tema, en la obra "Bambú, The Gift of The Gods" escrita por Oscar Hidalgo, se describe desde las partes del bambú hasta su utilización como material de construcción y materia prima para la implementación de diferentes objetos del uso cotidiano y en "Usos tradicionales y Actuales del Bambú en América Latina" de Jorge Morán Ubidia, se recorre distintas etapas históricas en donde el bambú está presente, utilizado como un buen material de construcción, hasta recipientes que son parte de la vida cotidiana de nuestros pueblos, destacando los pueblos de Colombia y Ecuador, se encuentran testimonios donde se realizó el uso del bambú en América y en otras regiones del Mundo (G., Amanda I. MEJÍA C., Cecilia GALLARDO O.,

Jhon Jairo VALLEJO L., Gladys RAMÍREZ E., Carolina ARBOLEDA A., Enith Susana DURANGO Y., Faiber A. JARAMILLO T., 2009).

Figura 2-1 Fotografías viviendas construidas con estructura en Guadua.



Fuente:(<https://i.pinimg.com/474x/fd/bd/cd/fdbdcda69d5e9621d0180448c659fec3--bamboo-ideas-bamboo-art.jpg?b=t>)

En la construcción actual, el bambú se ha usado de diversas formas, una de las más comunes es su uso en los techos de las viviendas, construcción de andamios, formaleta aligerada, siendo unos de los usos no estructurales de este elemento en la construcción, se sabe que en Colombia las estructuras del techo se usan en forma mucho más complejas que requieren una mano de obra especializada, debido a que se lleva utilizando este material en la construcción desde el punto de vista estructural por más de 100 años de forma empírica, uno de los testimonios del buen manejo de este material y su durabilidad del bambú son edificaciones aún existentes que fueron construidas hace más de 100 años a lo largo del Eje Cafetero en Colombia, o en ciudades como Guayaquil, Jipijapa, Montecristi en Ecuador. En la Costa Norte del Perú como Piura y Tumbes, existe también una larga tradición del uso del bambú como principal material para la construcción de viviendas (CLURE, 1956).

El bambú como material para construcción tiene diversas características que lo determinan como material local y renovable, el bambú ofrece además la posibilidad de bajar la huella ecológica de las edificaciones, lo que resulta importante para uno de los sectores industriales más contaminantes del planeta (Rivera, 2018).

En Colombia los estudios sobre la *Bambusa vulgaris* han sido escasos, debido a que las investigaciones incurren siempre sobre la especie que se encuentra en la norma Sismo Resistente *Guadua angustifolia kunth*, teniendo en cuenta que es endémica de América. Si nos abrimos a un concepto general, los estudios realizados en torno a la *Bambusa*

vulgaris son pocos y ellos se enfocan en su mayoría a mecanismos de producción de papel usando este material como materia prima o comestibles (J. K. Francis, 1993), existen pocos ejemplos de la caracterización de esta especie, se puede recopilar investigaciones realizadas en Uruguay donde se realizó el análisis de las propiedades físico-mecánicas de la *Bambusa vulgaris* ante esfuerzos de tensión, compresión y corte (José, E., Ingeniero, H., Concordia, C., Ríos, E., Torran, E., 2008). Dando como resultados esfuerzos a compresión de 79.4 Mpa, tensión de 271 Mpa y corte con 8.3 Mpa, valores superiores en comparación con el estudio de otras especies como la *Guadua angustifolia kunth* que se ha encontrado en varios ensayos una resistencia a la compresión de 710 kg/cm² (69 Mpa), corte de 66. Los valores de resistencia en el bambú también pueden variar dependiendo de la pared donde se realizan las pruebas.

2.3 El bambú *Bambusa vulgaris*

Los bambúes son plantas de la familia de las gramíneas (Poaceae), pueden ser herbáceos o leñosos, su altura puede ir desde 1 hasta 60 m de altura, algunas especies logran un diámetro de hasta 30 cm en la base. Se conocen alrededor de 1200 especies y 90 géneros de bambú distribuidas a lo largo de los cinco continentes, asociándose en áreas tropicales y subtropicales, cabe mencionar que en Europa no existen especies nativas. Los tipos de bambú se pueden agrupar en cuatro géneros:

- *Arundinaria*
- *Bambusa*
- *Phyllostachy*
- *Sasa*

En América se tienen identificadas 345 especies de bambú, desde el sur de Estados Unidos hasta Chile. (Internacional del Bambú Ratán, Edición adaptada para Perú Autor, Morán Ubidia Red Internacional de Bambú Ratán, & Jorge Morán Ubidia, 2015)

El bambú es una hierba perenne, gigante, arbolada que pertenece al grupo de las angiospermas y al orden de las monocotiledóneas. Se clasifica en dos grandes grupos reconocidos como tribus, el grupo de los *bambuseae* o bambúes leñosos y la tribu *Olyreae* o de los bambúes herbáceos. En América se distribuyen desde el nivel del mar hasta los 4300m. De los países americanos Brasil tiene la mayor diversidad con un total de 141 especies, le sigue Colombia con 72 especies de las cuales 24 son endémicas y por lo menos hay 12 especies aun no descritas. Especies foráneas que se han climatizado en Colombia son la *Phyllostachyis aurea*, conocida como el bambú dorado de la China y la *Bambusa vulgaris* siendo utilizada en la industria del papel debido a la longitud de su fibra. (G., Amanda I. MEJÍA C., Cecilia GALLARDO O., Jhon Jairo VALLEJO L., Gladys

RAMÍREZ E., Carolina ARBOLEDA A., Enith Susana DURANGO Y., Faiber A. JARAMILLO T., 2009)

El bambú *Bambusa Vulgaris* es conocido como bambú común o simplemente bambú, es un tipo de bambú alto, sin espinas y que forma macizos que comparten rizomas. La especie se originó probablemente en el sur de Asia (Banik, 1988), en donde ha sido cultivada por miles de años. El bambú común se cultiva hoy en día en los Trópicos húmedos para una gran variedad de productos y usos, incluyendo materiales de construcción y muebles.

Figura 2-2 *Bambusa vulgaris* en estado natural (autor)



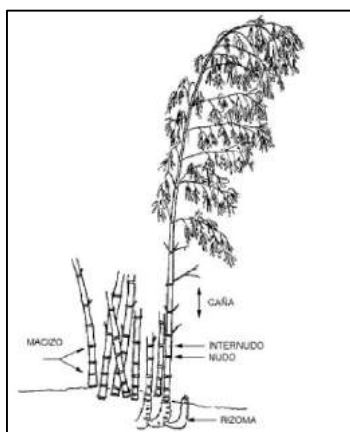
Su área de distribución natural se encontraba casi ciertamente en el sur de Asia. La especie ha sido cultivada en Asia por muchos siglos. Las áreas que habrían sido su hábitat original han sido taladas para la agricultura o profundamente alteradas por la tala y quema. El bambú común se esparce muy poco por su propia cuenta, pero cuando el macizo de cañas se expande uniformemente puede ser un cultivo invasivo lo cual una vez establecido puede persistir indefinidamente (Khan, 1972).

Crece en condiciones donde los suelos son continuamente húmedos y bien drenados con la ventaja de que estos pueden soportar las inundaciones de corta duración (Hassan, M.M.; Alam, M.K.; Mazumder, 1988), este bambú común no es exigente con la textura de los suelos, crece donde existe suficiente humedad. Las arcillas o suelos arcillosos densos son más apropiados para el bambú común que los suelos arenosos, porque aquellos retienen más humedad durante los períodos secos y requieren de menos irrigación durante la fase de establecimiento (Khan, 1972)

Existen varios métodos de propagación vegetativa de la *Bambusa vulgaris*. Uno de los métodos usado con más regularidad es el de cortar una caña arriba del segundo o tercer nudo, excavando conjuntamente el rizoma y cortándolo con un hacha para separarlo del resto (U.S. Department of Agriculture, Forest Service & Laboratory, 1850). Estos explantes se plantan con la cepa expuesta, después de plantados, las yemas en condición latente en los nudos de la base producen ramas con hojas, y algunos meses

después, nuevas cañas emergen del rizoma subterráneo. Este tipo de propagación tiene una probabilidad muy alta de éxito, pero es costosa debido a la cantidad de trabajo manual requerida para excavar los rizomas. Una variación de este método consiste en usar pedazos de rizomas (McClure, 1966). En esta variación, otro método es el denominado propágulo el cual consiste de unos pocos centímetros de la parte inferior de la caña y la parte superior del rizoma con sus raíces adjuntas, y puede ser recolectado sin necesidad de excavar todo el rizoma. El propágulo se cubre con una capa delgada de suelo o abono orgánico.

Figura 2-3 Esquema anatómico del bambú (Francis, 1993)



Las cañas crecen a su altura máxima de 10 a 20 m en un período de aproximadamente 3 meses (Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, 1964). La extensión de las cañas puede alcanzar 20 cm por día. Más aún, del 40 al 50 por ciento del crecimiento diario en altura tiene lugar en solamente de cuatro a seis de los entrenudos (Chaturvedi, 1988). Las cañas de bambú son blandas durante el primer año, se endurecen durante el segundo año y maduran durante el tercero (Chaturvedi, 1988). Las cañas de bambú común viven por lo menos 4 años y considerablemente más por lo común.

3. Antecedentes

En el Norma Sismo Resistente vigente Colombiana, se encuentra el listado de grupos de maderas organizadas según sus características tanto físicas como mecánicas sin dejar a un lado la resistencia, esto descrito en el Apéndice G-B del título G (Asociación colombiana de ingeniería sísmica (AIS), 2010), en este apéndice existe normalizada una sola clase de guadua (*Guadua angustifolia Kunth*), y es de vital importancia que materiales que puedan poseer buenas características físicas y químicas puedan entrar en las normas venideras con ello ampliar el horizonte de los nuevos materiales en la construcción colombiana en la parte estructural o de acabados de las construcciones futuras, debido a que es un material muy bondadoso con su manejabilidad.

Un 84% de la población colombiana posee un rechazo a la Bambú como material para la construcción (Ramage et al., 2017), es de vital importancia darle un mayor uso debido que es un material renovable, esta es una de las características más importantes del Bambú, se sabe que si algo se convierte en uso más común la comunidad también lo hace de esa forma y se iniciaría a construir con mayor frecuencia en este material (Ramage et al., 2017).

Las condiciones para que esta especie prospere, Colombia las posee todas y no en una sola zona, siendo una de las ventajas más representativas, se encuentra en algunos lugares catalogada como maleza debido a que los campesinos no saben que bondades y características tienen esta para ser un material utilizado en la construcción, la velocidad de crecimiento de esta especie es otra de las ventajas que posee, debido a que ella tarda de 2 a 6 años en madurar y con ello tener las características más óptimas como material de construcción.

Realizando un recorrido cronológico se encuentran diversos estudios de las propiedades y usos del Bambú *Guadua angustifolia kunth*, a nivel internacional y nacional.

2009, los investigadores López y Correal realizaron el estudio denominado “Estudio exploratorio de los laminados de bambú *Guadua angustifolia* como material estructural” (López & Correal, 2009).

2010, se realizaron investigaciones a cargo de Cuéllar y Muñoz quienes estudiaron la “Fibra de guadua como refuerzo de matrices poliméricas”(Cuéllar & Muñoz, 2010)

2012, en Colombia las investigaciones acerca de las propiedades físico mecánicas de la guadua desarrolladas por Luna, Lozano y Takeuchi con título “Determinación de los esfuerzos admisibles para bambú estructuras en *Guadua angustifolia kunth*”, se explicó el uso inadecuado del material en el eje cafetero colombiano, lo cual generó el colapso de estructuras durante el terremoto del año 1999. Por otro lado se explica la determinación de los esfuerzos admisibles para usar la *Guadua angustifolia kunth* correctamente. (Luna, Lozano, Takeuchi, & Gutierrez, 2012)

2016, este año se realizaron varias investigaciones de caracterización de las propiedades físicas y mecánicas de la *Guadua Angustifolia kunth* en Colombia, unos de los ejemplos son, “Caracterización físico-mecánica de la guadua en el municipio de Guaduas-Cundinamarca” realizada por Garzón (Garzón Aponte, 2016), por otro lado Narváez caracterizó la guadua del municipio de Oiba del municipio de Santander “Caracterización de las propiedades físico - mecánicas de la *Guadua angustifolia kunth* del municipio de Oiba, Santander”(Narváez Estefan, 2017)

4. Preliminares

4.1 Lugar de recolección de los culmos de *Bambusa vulgaris*

El lugar de suministro del bambú, proveniente de la finca Palos Verdes, ubicada en la vereda de Toima, del municipio de La Mesa del departamento de Cundinamarca. La Mesa es un municipio del departamento de Cundinamarca en Colombia, ubicado en la Provincia del Tequendama a 54 km al suroeste de Bogotá, la capital colombiana. Es la capital de la Provincia del Tequendama, una de las 15 en que se encuentra dividido el Departamento de Cundinamarca. Las coordenadas geográficas, las cuales se referenciaron con GPS en uno de los muros de la casa de la finca son las siguientes:

- N 4° 40' 49"
- E 74° 26' 22"
- Altura 1090 m.s.n.m.

Figura 4-1 Localización lugar de extracción de culmos.



El clima de La Mesa se considera un clima tropical. Este municipio tiene precipitaciones significativas la mayoría de los meses, con una estación seca corta, el mes más seco es julio el cual presenta una precipitación de 42 mm, por otro lado, el mes que presenta más precipitación es el mes de noviembre, la precipitación alcanza su pico, con un promedio de 237 mm. La temperatura promedio en La Mesa es 21.1 ° C, siendo abril el mes más cálido con un promedio de 21.7° C y octubre el mes más frío del año con una temperatura promedio de 20.5° C.

El bambusal se encuentra en la parte alta de la finca, cerca de una quebrada que solo lleva agua en invierno, el bambusal hace parte de una finca destinada al cultivo de especies aromáticas sin el uso de elementos químicos, lo cual hace que el bambusal no se encuentre afectado por agentes químicos.

Figura 4-2 Vista del Bambusario desde costado norte y sur respectivamente. Fuente: autor



(FUENTE: Elaborado por el Autor)

4.2 Selección e identificación de culmos

La selección de culmos del bambú se hizo con apoyo del capataz de la finca Palos Verdes, quien conoce del aprovechamiento del material, dicha selección se realizó mediante una inspección visual con apoyo de binoculares, con el fin de seleccionar los culmos más sanos sin presencia de defectos como falta de color, fisuras o presencia de insectos, además que

tuvieran la edad apropiada (culmos maduros) siguiendo los parámetros de clasificación visual estipulados en NTC 5525 y NSR10, ver

Figura 4-3 Selección de culmos en Bambusario e inspección visual. Fuente: autor.



(FUENTE: Elaborado por el Autor)

Después de ser seleccionado los doce culmos, se procedió a marcar el lugar de corte, para el cual, se marco tres entrenudos a partir de la unión entre el rizoma y el culmo para garantizar un nuevo rebrote. Así mismo, se miden los diámetros y longitud del culmo cortado. ver

Figura 4-4 Corte y marcación de los culmos en campo. Fuente: autor.



(FUENTE: Elaborado por el Autor)

Ya con los culmos derribados, con una longitud mínima de nueve metros, se procede a enumerarlos y marcarlos, posteriormente cada uno se divide en 3 partes de la siguiente manera: una parte inferior o basal con una medida de 1,5 metros, la segunda parte se

denominó media con una medida de 4,5 metros y por último una parte superior de 3 metros de largo.

Teniendo las treinta y seis partes de los culmos, se realiza el transporte a las instalaciones de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, donde se acopia de manera correcta evitando el contacto con la humedad del suelo y la radiación solar directa.

Al contar con los doce culmos ya divididos en tres partes dentro de las instalaciones de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá, se procede a realizar la caracterización de cada parte del culmo (parte inferior, parte media y parte superior), con el objetivo de elaborar los esquemas de corte de las probetas, donde se determina la ubicación exacta de cada una de las muestras a utilizar en los ensayos de resistencia mecánica. El procedimiento se describe a continuación:

4.3 Identificación de culmos y probetas

- El material es almacenado de tal manera que no tenga contacto con el suelo para que no se vea afectada su humedad, protegiéndolo del sol y de la lluvia.
-

Figura 4-5 Acopio del material. Fuente: autor.



- Identificación de las partes (inferior o basal, media, superior) de cada uno de los 12 culmos de acuerdo a la marcación designada en campo.

Figura 4-5 Conteo, marcación y medición de los culmos.



- Conteo, marcación y medición de los entrenudos constituyentes de cada parte del culmo.
- Medición los cuatro espesores en cada sección transversal, en los mismos puntos donde se midieron los diámetros con anterioridad.
- Identificación de las imperfecciones presentes en el bambú.
- Elaboración de formato de campo con el objetivo de tener organizada la información.
- Definición del código de identificación de las probetas, lugar de procedencia, bosque, altura en el bambú entre otras.
- Marcación probetas con la nomenclatura establecida.
- Corte de probetas con una sierra de banco, las probetas para el ensayo de tensión paralela a las fibras se cortan con una sierra sin fin.
- Las probetas de corte y compresión paralela a la fibra pasan por un proceso de afinado en cada extremo, para garantizar un ángulo recto respecto a su longitud.
- Todas las probetas son sumergidas en agua por un periodo mínimo de dos semanas antes de cada ensayo, con el objetivo de garantizar que estén saturadas, siendo esta la condición más crítica teniendo en cuenta que a mayor contenido de humedad se reduce la resistencia del material.

Figura 4-6 Inmersión de las probetas en agua



5. Ensayos Físicos y Mecánicos

5.1 Contenido de Humedad

El Bambú *Bambusa vulgaris*, es una especie de bambú, que crece sobre los 1000 msnm, en los bosques colombianos, el cual es considerado un material ortotrópico, lo cual quiere decir que sus propiedades mecánicas son diferentes en tres direcciones perpendiculares entre sí, e higroscópico porque tiene la capacidad de recibir y dar humedad a su medio dependiendo de la temperatura y humedad relativa del lugar.

Debido que es un material natural, su resistencia ante diferentes sollicitaciones es afectada inversamente proporcional al contenido de humedad del material esto quiere decir que a mayor humedad menor resistencia mecánica, por esta razón es importante la determinación de esta propiedad física para cada una de las probetas ensayadas.

Con el objetivo de determinar el contenido de humedad de las diferentes probetas ensayadas se siguieron los lineamientos establecidos en la NTC 5525, mediante el pesaje de estas, la pérdida de masa de las diferentes probetas de ensayo durante el secado hasta tener masa constante.

El equipo usado durante la realización del ensayo se relaciona a continuación:

- Balanza, con una exactitud de 0,01 g.
- Horno eléctrico, con la capacidad de secar el Bambú hasta obtener una condición absolutamente seca.
- Recipiente desecador, el cual garantizó la retención de humedad en la probeta.

5.1.1 Preparación de probetas ensayo de contenido de humedad

Las probetas para la determinación del contenido de humedad se deben preparar después de cada ensayo mecánico (Flexión, corte paralelo, compresión paralela, compresión perpendicular y tensión paralela), se debe tener en cuenta que el número de probetas debe ser igual a la cantidad de probetas para los ensayos mecánicos y físicos. La forma de la probeta debe ser prismática.

5.1.2 Metodología de ensayo de contenido de humedad NTC 5525

Siguiendo la metodología de los lineamientos establecidos en la NTC 5525, el procedimiento realizado fue el siguiente.

- La probeta se debe extraer exactamente después de la realización de cada ensayo, con el objetivo de garantizar el contenido de humedad de esta.
- A continuación, se realizó el pesaje de la probeta en una balanza con exactitud de 0,01 g, obtención de la masa antes del secado.
- Se deposita la probeta dentro del horno de secado a temperatura constante de 103°C, por un tiempo de 24 horas.
- Después de las primeras 24 horas, se debe disponer la probeta dentro del recipiente desecador para que no absorba la humedad del ambiente, se pesa la probeta en una balanza con exactitud de 0,01 g, se registra la masa y se deposita nuevamente en el horno a la misma temperatura de 103°C.
- A partir de este primer registro, se debe realizar registros a intervalos no inferiores a 2 horas, hasta obtener cambios mínimos en la medición (registros sin exceder los 0,01g), en ese punto se considera que la probeta se encuentra en estado anhidro.
- El porcentaje del contenido de humedad se calcula de acuerdo a la ecuación presentada a continuación.

Ecuación 5-1

$$CH = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100$$

Donde:

m masa de la probeta antes del secado.

m_0 masa de la probeta después del secado

Estos valores deben tener una exactitud de 0,01 g.

El CH calculado se debe tomar como representativo de un todo de la probeta ensayada, y el valor promedio de del contenido de humedad es la media aritmética de los resultados obtenidos de las probetas individuales.

5.1.3 Resultados y análisis estadísticos ensayo de contenido de humedad

Los resultados obtenidos para el ensayo de contenido de humedad siguiendo la metodología descrita por la NTC 5525 se presentan a continuación:

Tabla 5-1 Resultados de CH compresión paralela. Fuente: autor.

CH COMPRESIÓN PARALELA			
	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	CH %
MC01B	13,28	5,51	141,02%
MC02B	22,81	10,92	108,88%
MC03B	15,30	5,93	158,01%
MC04B	19,37	10,61	82,56%
MC05B	15,66	7,72	102,85%
MC06B	13,70	4,19	226,97%
MC07B	21,69	9,24	134,74%
MC08B	15,82	8,01	97,50%
MC09B	21,90	9,02	142,79%
MC10B	16,08	6,89	133,38%
MC11B	17,60	9,53	84,68%
MC12B	10,56	5,24	101,53%
MC01M	18,35	10,75	70,70%
MC02M	14,54	5,30	174,34%
MC03M	20,72	8,81	135,19%
MC04M	17,51	9,96	75,80%
MC05M	15,87	9,25	71,57%
MC06M	12,60	5,01	151,50%
MC07M	14,38	5,85	145,81%
MC08M	15,61	7,01	122,68%
MC09M	16,65	8,20	103,05%
MC10M	12,74	6,72	89,58%
MC11M	10,32	4,52	128,32%
MC12M	9,24	4,87	89,73%
MC01S	10,38	4,33	139,72%
MC02S	17,84	10,12	76,28%
MC03S	9,57	4,80	99,38%
MC04S	10,62	4,17	154,68%
MC05S	9,27	3,40	172,65%
MC06S	12,58	6,98	80,23%
MC07S	7,47	2,78	168,71%
MC08S	11,59	6,34	82,81%
MC09S	13,47	6,13	119,74%
MC10S	9,43	5,88	60,37%
MC11S	8,64	3,11	177,81%
MC12S	6,82	3,44	98,26%

Tabla 5-2 Resultados de CH flexión. Fuente: autor.

CH FLEXIÓN			
	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	CH %
MT01B	13,09	5,31	146,52%
MT02B	19,19	11,77	63,04%
MT03B	28,07	17,52	60,22%
MT04B	21,24	10,19	108,44%
MT05B	7,52	3,13	140,26%
MT06B	8,61	5,06	70,16%
MT07B	14,23	7,98	78,32%
MT08B	12,36	5,10	142,35%
MT09B	15,23	7,72	97,28%
MT10B	10,01	4,33	131,18%
MT11B	12,44	6,45	92,87%
MT12B	14,76	7,04	109,66%

Tabla 5-3 Resultados de CH corte paralelo. Fuente: autor.

CH CORTE PARALELO			
	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	CH %
MV01B	17,01	9,02	88,58%
MV02B	15,83	10,88	45,50%
MV03B	23,45	9,58	144,78%
MV04B	16,41	10,05	63,28%
MV05B	18,97	11,77	61,17%
MV06B	14,02	9,12	53,73%
MVN01B	22,76	11,96	90,30%
MVN02B	32,74	18,52	76,78%
MVN03B	13,99	8,39	66,75%
MVN04B	13,78	7,56	82,28%
MVN05B	19,30	10,65	81,22%
MVN06B	30,78	18,39	67,37%
MV01M	14,07	10,15	38,62%
MV02M	15,19	10,77	41,04%
MV03M	16,57	10,64	55,73%
MV04M	8,15	6,10	33,61%
MV05M	7,93	5,76	37,67%
MV06M	8,81	7,24	21,69%
MVN01M	9,45	5,85	61,54%
MVN02M	12,98	8,21	58,10%
MVN03M	11,76	8,44	39,34%
MVN04M	11,38	7,94	43,32%

MVN05M	11,00	7,38	49,05%
MVN06M	15,10	9,78	54,40%
MV01S	8,52	3,64	134,07%
MV02S	7,76	3,07	152,77%
MV03S	10,32	4,18	146,89%
MV04S	9,67	4,26	127,00%
MV05S	8,76	3,68	138,04%
MV06S	10,69	4,37	144,62%
MVN01S	13,42	5,83	130,19%
MVN02S	11,64	5,13	126,90%
MVN03S	12,94	5,58	131,90%
MVN04S	9,45	4,25	122,35%
MVN05S	7,93	3,41	132,55%
MVN06S	12,30	6,27	96,17%

Tabla 5-4 Resultados de CH tensión paralela. Fuente: autor.

CH TENSIÓN			
	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	CH %
MT01B	32,47	19,46	66,86%
MT02B	23,41	13,87	68,78%
MT03B	28,44	17,84	59,42%
MT04B	40,75	25,12	62,22%
MT05B	25,28	14,14	78,78%
MT06B	18,43	11,09	66,19%
MT07B	15,70	11,27	39,31%
MT08B	20,09	10,95	83,47%
MT09B	22,39	12,52	78,83%
MT10B	22,89	12,70	80,24%
MT11B	21,83	11,52	89,50%
MT12B	21,20	12,32	72,08%
MT01M	12,95	8,49	52,53%
MT02M	17,00	10,47	62,37%
MT03M	13,95	9,18	51,96%
MT04M	12,16	7,97	52,57%
MT05M	15,40	9,76	57,79%
MT06M	14,21	8,76	62,21%
MT07M	16,76	10,81	55,04%
MT08M	14,05	9,08	54,74%
MT09M	20,81	14,11	47,48%
MT10M	20,45	13,19	55,04%
MT11M	15,76	10,22	54,21%
MT12M	17,82	11,36	56,87%
MT01S	13,81	8,33	65,79%

MT02S	14,53	8,06	80,27%
MT03S	12,79	8,43	51,72%
MT04S	10,59	6,14	72,48%
MT05S	12,07	8,08	49,38%
MT06S	18,09	11,20	61,52%
MT07S	11,35	6,48	75,15%
MT08S	13,44	8,58	56,64%
MT09S	15,55	11,62	33,82%
MT10S	11,31	6,64	70,33%
MT11S	13,03	8,02	62,47%
MT12S	14,09	8,60	63,84%

5.2 Densidad

Un método para determinar la densidad (masa/volumen) del Bambú *Bambusa vulgaris* para los ensayos mecánicos y físicos es la más apropiada en el cual se usa la masa anhidra y el volumen húmedo (verde) los cuales no se ven afectados por las condiciones climáticas, el símbolo de la densidad es ρ .

Para la determinar la densidad del Bambú *Bambusa vulgaris*, se siguieron los lineamientos y procedimientos establecidos en la NTC 5525, basada en el principio de la determinación de la masa mediante el pesaje y del volumen a través de la medición de sus dimensiones, para el cálculo de la masa por unidad de volumen de Bambú *Bambusa vulgaris*.

El equipo usado durante la realización del ensayo se relaciona a continuación:

- Instrumento de medición con exactitud de 0,1 mm, (capacidad para determinar las dimensiones de las probetas)
- Balanza, con una exactitud de 0,01 g.
- Horno eléctrico, con la capacidad de secar el Bambú hasta obtener una condición absolutamente seca.

5.2.1 Preparación de probetas ensayo de densidad

La forma de la probeta debe ser prismática, para la determinación de la masa por unidad de volumen, también se permite preparar la muestra de ensayo a partir de una sección transversal total de las probetas, siempre y cuando el volumen se pueda medir con facilidad.

5.2.2 Metodología de ensayo de densidad NTC 5525

Siguiendo la metodología de los lineamientos establecidos en la NTC 5525, el procedimiento realizado fue el siguiente.

- Inicialmente se elaboran las probetas de las diferentes partes del Bambú *Bambusa vulgaris*, secciones inferior o basal, media y superior para cada uno de los doce culmos, con forma prismática de aproximadamente 25 mm de ancho, 25 mm de alto y espesor igual al espesor de pared.
- Al terminar con la elaboración de las probetas estas se colocan en agua, durante un periodo aproximado de dos semanas para lograr el estado de saturación (verde), sin que se presentaran cambios de humedecimiento y secado.
- A continuación, se realiza la extracción de las probetas del agua con el objetivo de medir sus dimensiones con exactitud de 0.1 mm y cálculo del volumen verde con exactitud de 10 mm³.
- Se deposita la probeta dentro del horno de secado a temperatura constante de 103°C, por un tiempo de 24 horas.
- Después de las primeras 24 horas, se debe disponer la probeta dentro del recipiente desecador para que no absorba la humedad del ambiente, se pesa la probeta en una balanza con exactitud de 0,01 g, se registra la masa y se deposita nuevamente en el horno a la misma temperatura de 103°C.
- A partir de este primer registro, se debe realizar registros a intervalos no inferiores a 2 horas, hasta obtener cambios mínimos en la medición (registros sin exceder los 0,01g), en ese punto se considera que la probeta se encuentra en estado anhidro.
- Determinar la masa en estado anhidro mediante el pesaje con exactitud de 0.01 g.
- Calcular la densidad básica (ρ) por medio de la siguiente ecuación.

Ecuación 5-2

$$\rho = \left(\frac{m}{V}\right) \times 10^6$$

Donde:

ρ densidad en Kg/m³.

m masa de la probeta seca en horno, dada en g.

V Volumen húmedo (verde) de la probeta, dada en mm³.

Se debe calcular, con una exactitud de 10 kg/m^3 , la media aritmética de los resultados obtenidos para las probetas individuales, se registra este valor como el promedio de la densidad de las probetas ensayadas.

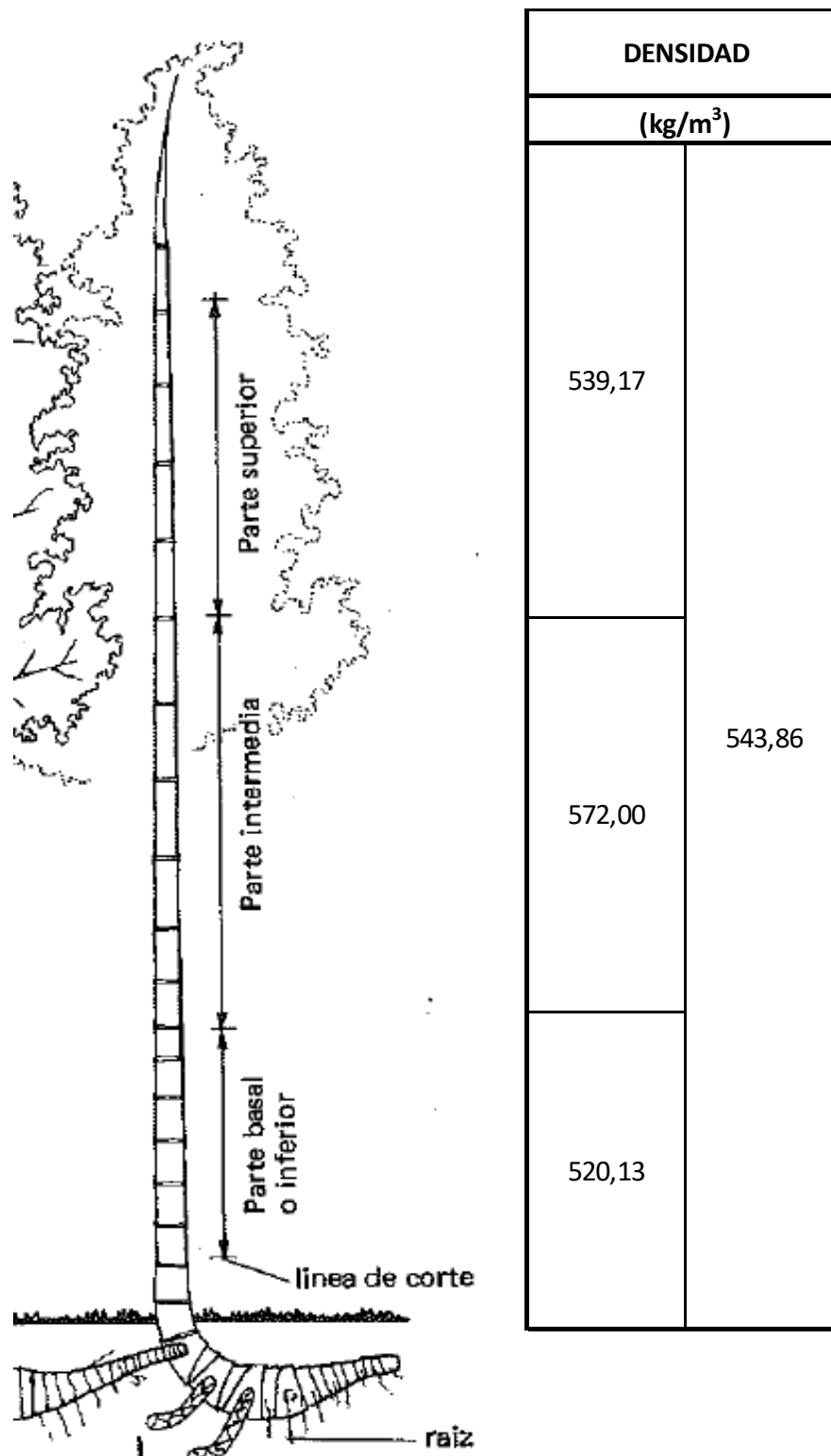
5.2.3 Resultados y análisis estadísticos ensayo de densidad

Los resultados obtenidos para el ensayo de densidad siguiendo la metodología descrita por la NTC 5525 se presentan a continuación:

Tabla 5-5 Resultados del ensayo de densidad. Fuente: autor.

PROBETA	MASA (g)	ESPESOR (mm)	L (mm)	B1 (mm)	B2 (mm)	B PROM (mm)	VOLUMEN (m ³)	DENSIDAD (g/mm ³)	DENSIDAD (kg/m ³)
MD01B	5,51	12,90	31,54	28,39	33,33	30,86	12555,885	0,0004388	438,838
MD02B	10,92	12,54	31,27	42,02	58,06	50,04	19621,975	0,0005565	556,519
MD03B	5,93	9,01	30,87	46,20	54,08	50,14	13945,874	0,0004252	425,215
MD04B	10,61	13,83	27,02	36,85	50,23	43,54	16270,315	0,0006521	652,108
MD05B	7,72	14,09	30,25	23,94	36,12	30,03	12799,462	0,0006032	603,150
MD06B	4,19	10,61	33,06	33,35	39,68	36,515	12808,242	0,0003271	327,133
MD07B	9,24	16,25	28,20	30,46	48,22	39,34	18027,555	0,0005125	512,549
MD08B	8,01	10,00	40,25	29,45	36,39	32,92	13250,300	0,0006045	604,515
MD09B	9,02	13,20	36,20	33,83	45,85	39,84	19037,146	0,0004738	473,811
MD10B	6,89	12,49	36,32	25,32	38,03	31,675	14368,946	0,0004795	479,506
MD11B	9,53	12,54	36,45	32,27	38,06	35,165	16073,324	0,0005929	592,908
MD12B	5,24	9,39	34,32	27,30	29,23	28,265	9108,815	0,0005753	575,267
MD01M	10,75	8,14	40,67	39,94	47,51	43,725	14475,327	0,0007426	742,643
MD02M	5,30	9,36	37,12	33,00	40,65	36,825	12794,596	0,0004142	414,237
MD03M	8,81	10,34	43,79	38,65	43,33	40,99	18559,805	0,0004747	474,682
MD04M	9,96	6,97	44,77	39,46	45,42	42,44	13243,270	0,0007521	752,080
MD05M	9,25	7,85	40,65	36,97	40,59	38,78	12374,795	0,0007475	747,487
MD06M	5,01	8,69	40,07	29,55	33,47	31,51	10972,044	0,0004566	456,615
MD07M	5,85	8,76	40,32	32,24	37,46	34,85	12309,132	0,0004753	475,257
MD08M	7,01	10,24	31,63	37,47	43,68	40,575	15136,228	0,0004631	463,127
MD09M	8,20	12,28	36,43	30,35	37,62	33,985	16355,390	0,0005014	501,364
MD10M	6,72	8,74	39,19	27,33	33,25	30,29	9548,977	0,0007037	703,740
MD11M	4,52	10,44	36,07	21,77	25,16	23,465	8059,664	0,0005608	560,817
MD12M	4,87	8,84	32,90	28,22	30,00	29,11	8466,236	0,0005752	575,226
MD01S	4,33	7,24	38,73	26,97	33,63	30,3	8496,278	0,0005096	509,635
MD02S	10,12	8,29	41,50	37,87	46,13	42	14449,470	0,0007004	700,372
MD03S	4,80	8,80	37,69	24,79	28,57	26,68	8849,009	0,0005424	542,434
MD04S	4,17	7,59	38,59	31,46	34,66	33,06	9683,211	0,0004306	430,642
MD05S	3,40	9,88	43,20	23,65	27,04	25,345	10817,652	0,0003143	314,301
MD06S	6,98	8,04	35,23	34,63	39,92	37,275	10558,114	0,0006611	661,103
MD07S	2,78	6,22	35,19	29,32	31,89	30,605	6698,877	0,0004150	414,995
MD08S	6,34	7,51	37,82	31,18	36,10	33,64	9554,709	0,0006635	663,547
MD09S	6,13	8,98	35,75	32,56	40,89	36,725	11790,010	0,0005199	519,932
MD10S	5,88	7,07	36,61	27,43	33,03	30,23	7824,513	0,0007515	751,485
MD11S	3,11	5,62	43,64	28,66	32,95	30,805	7555,136	0,0004116	411,641
MD12S	3,44	7,54	35,54	21,43	25,25	23,34	6254,457	0,0005500	550,008

Figura 5-1 Resumen de resultados, ensayo de densidad.



5.3 Ensayo de compresión paralela a las fibras

Con el objetivo de determinar la resistencia última y módulo de elasticidad del Bambú *Bambusa vulgaris* procedente del municipio de La Mesa del departamento de Cundinamarca, ante sollicitaciones de compresión paralela a las fibras, se ensayaron (36) probetas ubicadas en las tres secciones del culmo: inferior o basal (B), medio (M), superior (S), siguiendo los procedimientos indicados en la NTC 5525, a continuación, se relacionan la distribución de probetas según la sección:

Tabla 5-6 Cantidad de probetas para el ensayo y su distribución. Fuente: Autor

SECCIÓN	No. PROBETAS
INFERIOR	12
MEDIA	12
SUPERIOR	12
TOTAL	36

El equipo usado durante la realización del ensayo se relaciona a continuación:

- Calibrador, instrumento de medición con exactitud de 0,1 mm, (capacidad para determinar las dimensiones de las probetas)
- Máquina Universal de ensayos
- Galga extensométrica eléctrica (sensor para medir la deformación).
- Placas de acero, para reducir la fricción entre la probeta y los discos de carga.
- Adquisidor de datos.

Figura 5-2 Instrumentos para el ensayo de compresión paralela. Fuente: autor.



5.3.1 Preparación de probetas para compresión paralela a las fibras

Las probetas se tomaron de cada una de las secciones del culmo, inferior o basal (B), medio (M), superior (S), estas probetas se marcaron con las letras B, M y S respectivamente, se seleccionaron probetas sin nudos, cuya longitud es igual al diámetro externo; las superficies deben ser planas, con una desviación máxima de 0,2 mm. Estas probetas se sumergen en agua por más de dos semanas para que se encuentren en estado de saturación en el momento de realizar el ensayo.

Figura 5-3 Corte de probetas. Fuente: autor.



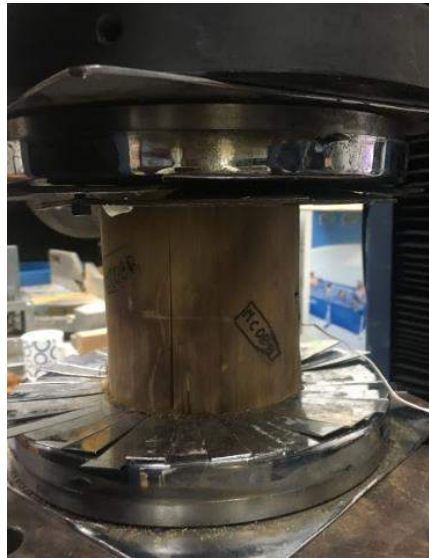
5.3.2 Metodología de ensayo compresión paralela a las fibras NTC 5525

Siguiendo la metodología de los lineamientos establecidos en la NTC 5525, el procedimiento es el siguiente.

- La probeta se coloca de tal forma que el centro del cabezal móvil esté verticalmente sobre el centro de la sección transversal.
- Se disponen unas placas de acero delgadas en los dos extremos con el objetivo de reducir la fricción.
- Después de este procedimiento se aplica inicialmente una carga pequeña, aproximadamente de 1 kN, con el objetivo de acomodar la probeta.

- A continuación, se aplica la carga continuamente durante el ensayo para hacer que el cabezal móvil de la máquina siempre se desplace a una velocidad constante de 0,01 mm/s.
- Con el fin de hallar el módulo de elasticidad longitudinal (E) a compresión paralela a las fibras, a las probetas del ensayo (36) se les instaló una galga extensométrica ubicada en la mitad de la probeta con el fin de medir los datos de deformación en el sentido de las fibras. Los datos se recolectan en un adquisidor de datos Kyowa PCD-300.
- Se registra la lectura final de la carga máxima a la cual falla la probeta.

Figura 5-4 Montaje ensayo de compresión paralela a las fibras. Fuente: autor.



- El esfuerzo último de compresión se determina con la siguiente ecuación.

Ecuación 5-3

$$\sigma_{ult} = F_{ult} / A$$

Donde:

- σ_{ult} esfuerzo último de compresión N/mm^2 .
- F_{ult} carga máxima a la cual falla la probeta en N.
- A área de la sección transversal en mm^2 .

- Por último, para calcular el valor del esfuerzo admisible se utiliza el procedimiento descrito en la NSR-10 Título G - G.12.7.4. Los valores de esfuerzo admisibles se determinan a partir del valor característico, el cual se obtiene con la siguiente ecuación G.12.7-1:

Ecuación 5-4

$$f_{ki} = f_{0,05i} \left[1 - \frac{2.7 \frac{s}{m}}{\sqrt{n}} \right]$$

Donde:

- f_{ki} valor característico en la sollicitación i .
- $f_{0,05i}$ valor correspondiente al percentil 5 de los datos de las pruebas de laboratorio en la sollicitación i .
- m valor promedio de los datos de la prueba de laboratorio.
- s desviación estándar de los datos de las pruebas de laboratorio.
- n número de ensayos.
- i subíndice que depende del tipo de sollicitación (b para flexión, t para tracción paralela a las fibras, c para compresión paralela a las fibras, p para compresión perpendicular a las fibras, v para cortante paralelo a las fibras).

Una vez determinado el valor característico para cada sollicitación, se procede a calcular los esfuerzos admisibles con la siguiente ecuación G.12.7-2:

Ecuación 5-5

$$F_i = \frac{FC}{F_s \times FDC} f_{ki}$$

Donde:

- F_i esfuerzo admisible en la sollicitación i .
- f_{ki} valor característico en la sollicitación i .
- FC factor de reducción por diferencias entre las condiciones de los ensayos en el laboratorio y las condiciones reales de aplicación de las cargas en la estructura.
- f_s factor de seguridad.
- FDC factor de duración de carga.

i subíndice que depende del tipo de sollicitación (b para flexión, t para tracción paralela a las fibras, c para compresión paralela a las fibras, p para compresión perpendicular a las fibras, v para cortante paralelo a las fibras.

Tabla 5-7 Factores de reducción. Fuente: NSR-10

Tabla G.12.7-3
Factores de reducción

Factor	Flexión	Tracción	Compresión	Compresión \perp	Corte
FC	-	0.5	-	-	0.6
F_s	2.0	2.0	1.5	1.8	1.8
FDC	1.5	1.5	1.2	1.2	1.1

- El módulo de elasticidad E se calcula a partir del de la relación lineal entre el esfuerzo y la deformación, en un rango entre el 10 % y el 60 % de F_{ult} , siendo el módulo de elasticidad la pendiente de la recta del grafico esfuerzo vs deformación.

5.3.3 Resultados y análisis estadísticos compresión paralela a las fibras

A partir de los resultados obtenidos del procedimiento anterior se verifica la existencia de datos atípicos mediante el Criterio de Chauvenet, posteriormente se realiza una corrección del esfuerzo admisible teniendo en cuenta el contenido de humedad según la tabla G.12.7-5 de la NSR-10, para reportar el resultado con un contenido de humedad del 12%, utilizado en el código colombiano de construcción sismo resistente para registrar los valores de los esfuerzos admisibles.

Tabla 5-8 Coeficiente de modificación por contenido de humedad (C_m), según NSR10
Tabla G.12.7-5

Esfuerzos		CH \leq 12%	CH = 13%	CH = 14%	CH = 15%	CH = 16%	CH = 17%	CH = 18%	CH \geq 19%
Flexión	F_b	1.0	0.96	0.91	0.87	0.83	0.79	0.74	0.70
Tracción	F_t	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Compresión paralela	F_c	1.0	0.96	0.91	0.87	0.83	0.79	0.74	0.70
Compresión perpendicular	F_p	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Corte	F_y	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Modulo de elasticidad	$E_{0.5}$	1.0	0.99	0.97	0.96	0.94	0.93	0.91	0.90
	$E_{0.05}$								
	E_{min}								

Este procedimiento se lleva a cabo para las diferentes secciones inferior o basal (B), medio (M), superior (S), con el fin de determinar el comportamiento del esfuerzo admisible ante solicitaciones de compresión paralela a las fibras a lo largo del culmo y para todo el culmo.

Tabla 5-9 Resultado de esfuerzo admisible (MPa), ante solicitaciones de compresión paralela a las fibras parte inferior. Fuente: autor.


COMPRESION PARALELA							
PARTE INFERIOR							
Esfuerzo ultimo promedio (MPa)=	51,38						
Desviación estandar S (MPa)=	19,34						
Datos atipicos - criterio de Chauvenet							
K (para n=12 datos) =	2,03						
Minimo aceptable=	12,13						
Maximo aceptable=	90,63						
Coefficiente de variación (%) =	37,63%						
Percentil 5% =	29,07						
Numero de datos	12						
VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	20,54						
Esfuerzo admisible (MPa)	11,413	CH % Promedio	126,24%	Coefficiente de modificacion por CH %	0,7	Esfuerzo Admisible (MPa)	16,30

Tabla 5-10 Resultado de esfuerzo admisible (MPa), ante solicitaciones de compresión paralela a las fibras parte media. Fuente: autor.


COMPRESION PARALELA							
PARTE MEDIA							
Esfuerzo ultimo promedio (MPa)=	58,60						
Desviación estandar S (MPa)=	21,06						
Datos atipicos - criterio de Chauvenet							
K (para n=12 datos) =	2,03						
Minimo aceptable=	15,85						
Maximo aceptable=	101,35						
Coefficiente de variación (%) =	35,94%						
Percentil 5% =	29,22						
Numero de datos	12						
VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	21,04						
Esfuerzo admisible (MPa)	11,688	CH % Prom	113,19%	Coefficiente de modificacion por CH %	0,7	Esfuerzo Admisible (MPa)	16,70

Tabla 5-11 Resultado de esfuerzo admisible (MPa), ante sollicitaciones de compresión paralela a las fibras parte superior. Fuente: autor

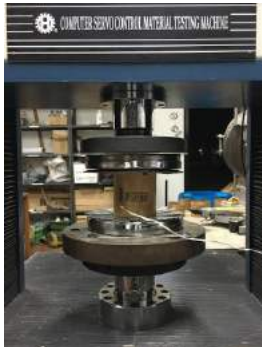
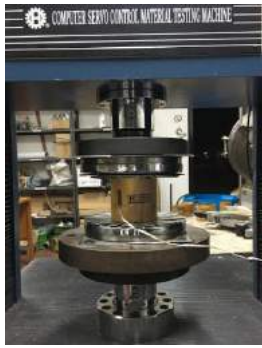
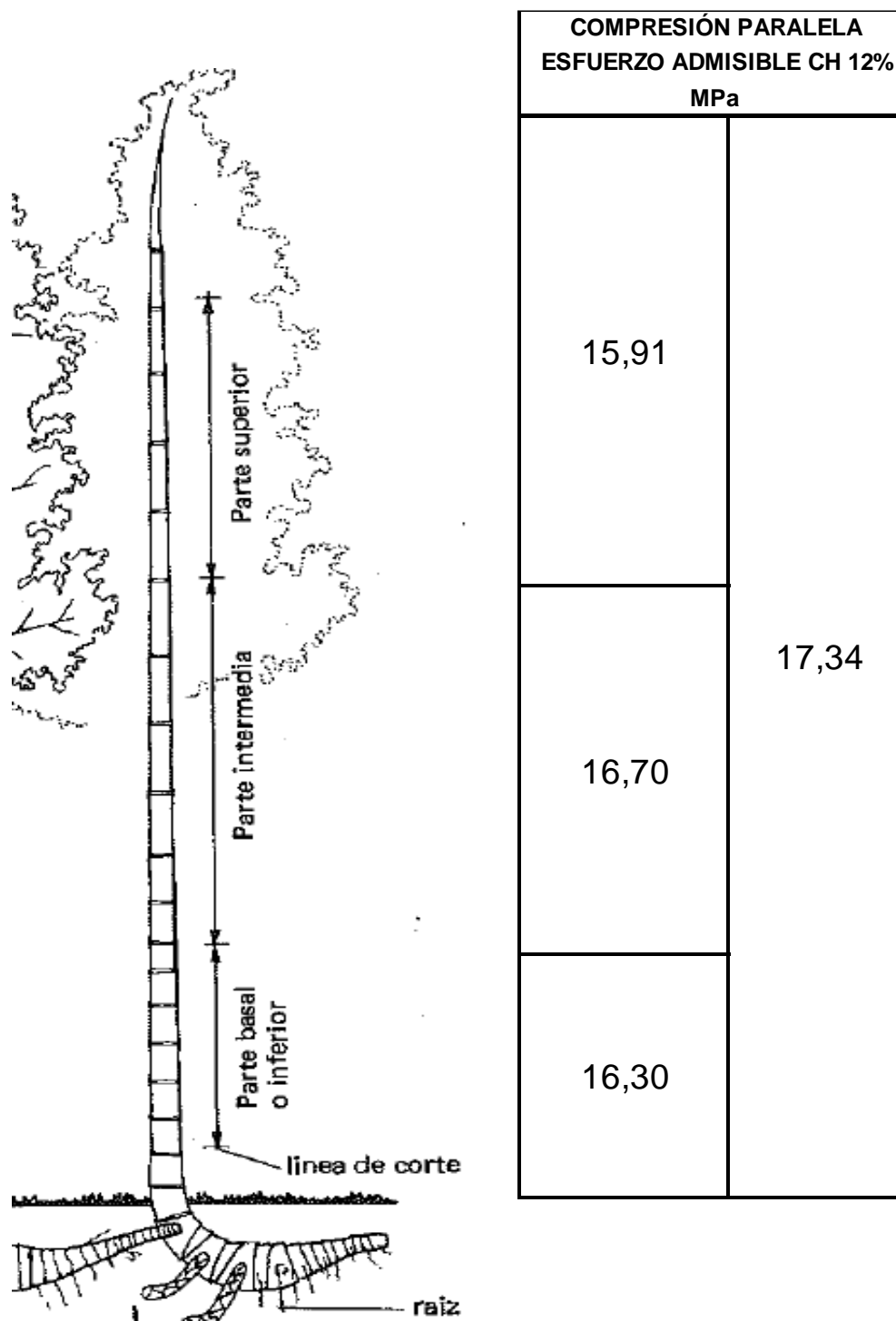
COMPRESION PARALELA							
PARTE SUPERIOR							
Esfuerzo ultimo promedio (MPa)=	59,19						
Desviación estandar S (MPa)=	22,24						
Datos atipicos - criterio de Chauvenet							
K (para n=12 datos) =	2,03						
Minimo aceptable=	14,03						
Maximo aceptable=	104,34						
Coefficiente de variación (%) =	37,58%						
Percentil 5% =	28,36						
Numero de datos	12						
VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	20,05						
Esfuerzo admisible (MPa)	11,139	CH % Prom	119,22%	Coefficiente de modificacion por CH %	0,7	Esfuerzo Admisible (MPa)	15,91

Tabla 5-12 Resultado de esfuerzo admisible (MPa), ante sollicitaciones de compresión paralela a las fibras Total probetas. Fuente: autor.

COMPRESION PARALELA							
TOTAL PROBETAS							
Esfuerzo ultimo promedio (MPa)=	56,39						
Desviación estandar S (MPa)=	20,62						
Datos atipicos - criterio de Chauvenet							
K (para n=36 datos) =	2,03						
Minimo aceptable=	14,52						
Maximo aceptable=	98,26						
Coefficiente de variación (%) =	36,57%						
Percentil 5% =	26,16						
Numero de datos	36						
VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	21,85						
Esfuerzo admisible (MPa)	12,14108408	CH % Prom	119,55%	Coefficiente de modificacion por CH %	0,7	Esfuerzo Admisible (MPa)	17,34

A continuación, se resumen los resultados obtenidos para el esfuerzo admisible de compresión paralela a las fibras del Bambú *Bambusa vulgaris*.

Figura 5-5 Resumen de resultados del ensayo a compresión paralela a las fibras.
Fuente: autor.



5.4 Ensayo de compresión perpendicular a las fibras

Con el objetivo de determinar la resistencia última y módulo de elasticidad del Bambú *Bambusa vulgaris* procedente del municipio de La Mesa del departamento de Cundinamarca, ante sollicitaciones de compresión perpendicular a las fibras, se ensayaron (36) probetas ubicadas en las tres secciones del culmo: inferior o basal (B), medio (M), superior (S), siguiendo los procedimientos indicados en la NTC 5525, a continuación, se relacionan la distribución de probetas según la sección:

Tabla 5-13 Cantidad de probetas para el ensayo y su distribución. Fuente: Autor

SECCIÓN	No. PROBETAS
INFERIOR	12
MEDIA	12
SUPERIOR	12
TOTAL	36

El equipo usado durante la realización del ensayo se relaciona a continuación:

- Calibrador, instrumento de medición con exactitud de 0,1 mm, (capacidad para determinar las dimensiones de las probetas)
- Máquina Universal de ensayos.

Figura 5-6 Instrumentos para el ensayo de compresión perpendicular a las fibras. Fuente: Autor.



5.4.1 Preparación de probetas para compresión perpendicular a las fibras

Las probetas se toman de cada una de las secciones del culmo, inferior o Basal (B), medio (M), superior (S), estas probetas se marcaron con las letras B, M y S respectivamente, se seleccionaron probetas sin nudos, cuya longitud era aproximadamente de 170 mm, Estas probetas se sumergieron por más de dos semanas para que se encontraran en estado de saturación antes de realizar los ensayos respectivos.

Figura 5-7 Preparación de las probetas de compresión perpendicular a las fibras.
Fuente: Autor.



5.4.2 Metodología de ensayo compresión perpendicular a las fibras NTC 5525

Siguiendo la metodología de los lineamientos establecidos en la NTC 5525, el procedimiento realizado fue el siguiente.

- La probeta se coloca de tal forma que el centro del cabezal móvil esté verticalmente sobre el centro de la sección horizontal.

Figura 5-8 Montaje del ensayo de compresión perpendicular a las fibras. Fuente: autor.



- Después de este procedimiento se aplica inicialmente una carga pequeña, aproximadamente de 1 kN, con el objetivo de acomodar la probeta.
- A continuación, se aplica la carga continuamente durante el ensayo para hacer que el cabezal móvil de la máquina siempre se desplace a una velocidad constante de 0,01 mm/s.
- Se registra la lectura final de la carga máxima a la cual falla la probeta.
- El esfuerzo último de compresión se debe determinar con la siguiente ecuación.

Ecuación 5-6

$$\sigma_{ult} = F_{ult} / A$$

Donde:

- σ_{ult} esfuerzo último de compresión N/mm^2 .
 F_{ult} carga máxima a la cual falla la probeta en N
 A área de la sección transversal en mm^2 .

- Por último, para calcular el valor del esfuerzo admisible se utiliza el procedimiento descrito en la NSR-10 Título G - G.12.7.4. Los valores de esfuerzo admisibles se determinan a partir del valor característico, el cual se obtiene con la siguiente ecuación G.12.7-1:

Ecuación 5-7

$$f_{ki} = f_{0,05i} \left[1 - \frac{2.7 \frac{s}{m}}{\sqrt{n}} \right]$$

Donde:

f_{ki} valor característico en la sollicitación i .

$f_{0,05i}$ valor correspondiente al percentil 5 de los datos de las pruebas de laboratorio en la sollicitación i .

m valor promedio de los datos de la prueba de laboratorio.

s desviación estándar de los datos de las pruebas de laboratorio.

n número de ensayos.

i subíndice que depende del tipo de sollicitación (b para flexión, t para tracción paralela a las fibras, c para compresión paralela a las fibras, p para compresión perpendicular a las fibras, v para cortante paralelo a las fibras).

- Una vez determinado el valor característico para cada sollicitación, se procede a calcular los esfuerzos admisibles con la siguiente ecuación G.12.7-2:

Ecuación 5-8

$$F_i = \frac{FC}{F_s \times FDC} f_{ki}$$

Donde:

F_i esfuerzo admisible en la sollicitación i .

f_{ki} valor característico en la sollicitación i .

FC factor de reducción por diferencias entre las condiciones de los ensayos en el laboratorio y las condiciones reales de aplicación de las cargas en la estructura.

f_s factor de seguridad.

FDC factor de duración de carga.

i subíndice que depende del tipo de sollicitación (b para flexión, t para tracción paralela a las fibras, c para compresión paralela a las fibras, p para compresión perpendicular a las fibras, v para cortante paralelo a las fibras).

Tabla 5-14 Factores de reducción. Fuente: NSR-10

Tabla G.12.7-3
Factores de reducción

Factor	Flexión	Tracción	Compresión	Compresión ⊥	Corte
FC	-	0.5	-	-	0.6
F_s	2.0	2.0	1.5	1.8	1.8
FDC	1.5	1.5	1.2	1.2	1.1

5.4.3 Resultados y análisis estadísticos compresión perpendicular a las fibras

A partir de los resultados obtenidos del procedimiento anterior se verifica la existencia de datos atípicos mediante el Criterio de Chauvenet, posteriormente se realiza una corrección del esfuerzo admisible teniendo en cuenta el contenido de humedad según la tabla G.12.7-5 de la NSR-10, para reportar el resultado con un contenido de humedad del 12%, utilizado en el código colombiano de construcción sismo resistente para registrar los valores de los esfuerzos admisibles.

Tabla 5-15 Coeficientes de modificación por CH. Fuente: NSR-10

Tabla G.12.7-5
Coeficientes de modificación por contenido de humedad (C_m)

Esfuerzos		CH ≤ 12%	CH = 13%	CH = 14%	CH = 15%	CH = 16%	CH = 17%	CH = 18%	CH ≥ 19%
Flexión	F_b	1.0	0.96	0.91	0.87	0.83	0.79	0.74	0.70
Tracción	F_t	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Compresión paralela	F_c	1.0	0.96	0.91	0.87	0.83	0.79	0.74	0.70
Compresión perpendicular	F_p	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Corte	F_y	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Modulo de elasticidad	$E_{0.5}$	1.0	0.99	0.97	0.96	0.94	0.93	0.91	0.90
	$E_{0.05}$								
	E_{min}								

Este procedimiento se lleva a cabo para las diferentes secciones inferior o basal (B), medio (M), superior (S), con el fin de determinar el comportamiento del esfuerzo admisible ante sollicitaciones de compresión perpendicular a las fibras a lo largo del culmo y para todo el culmo.

Tabla 5-16 Resultados de compresión perpendicular parte Inferior. Fuente: autor


COMPRESIÓN PERPENDICULAR							
PARTE INFERIOR							
Esfuerzo ultimo promedio (MPa)=	8,42						
Desviación estandar S (MPa)=	3,81						
Datos atipicos - criterio de Chauvenet							
K (para n=12 datos) =	2,03						
Minimo aceptable=	0,69						
Maximo aceptable=	16,15						
Coefficiente de variación (%) =	45,25%						
Percentil 5% =	3,70						
Numero de datos	12						
VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	2,39	CH % Promedio	138,27%	Coefficiente de modificacion por CH %	0,8	VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	2,99

Tabla 5-17 Resultados de compresión perpendicular parte media. Fuente: autor


COMPRESIÓN PERPENDICULAR							
PARTE MEDIA							
Esfuerzo ultimo promedio (MPa)=	12,38						
Desviación estandar S (MPa)=	1,95						
Datos atipicos - criterio de Chauvenet							
K (para n=12 datos) =	2,03						
Minimo aceptable=	8,43						
Maximo aceptable=	16,33						
Coefficiente de variación (%) =	15,73%						
Percentil 5% =	9,37						
Numero de datos	10						
VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	8,11	CH % Promedio	92,70%	Coefficiente de modificacion por CH %	0,8	VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	10,14

Tabla 5-18 Resultados de compresión perpendicular parte superior. Fuente: autor



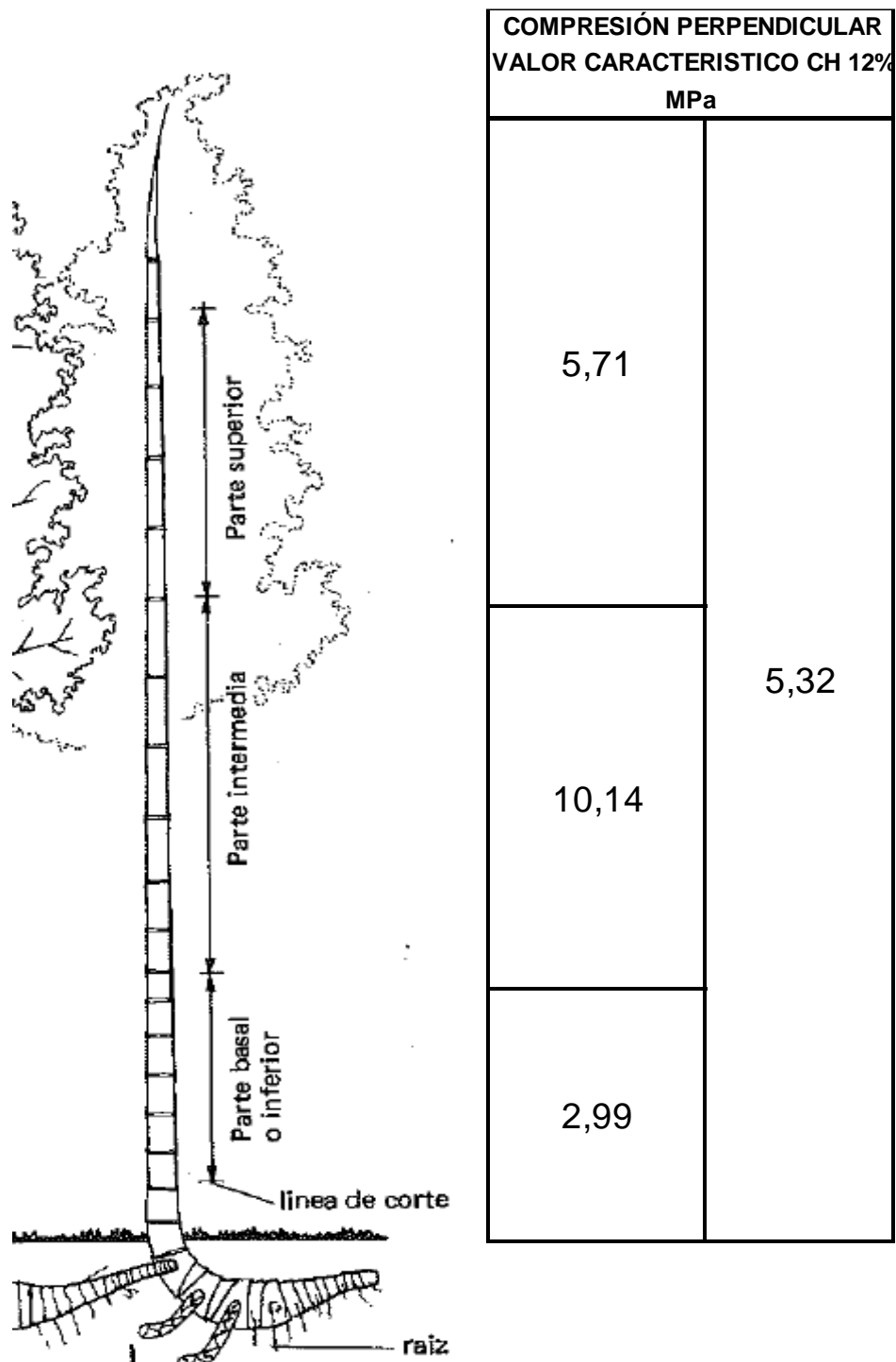
COMPRESIÓN PERPENDICULAR							
PARTE SUPERIOR							
Esfuerzo ultimo promedio (MPa)=	11,24						
Desviación estandar S (MPa)=	3,78						
Datos atipicos - criterio de Chauvenet							
K (para n=12 datos) =	2,03						
Minimo aceptable=	3,57						
Maximo aceptable=	18,91						
Coefficiente de variación (%) =	33,61%						
Percentil 5% =	6,19						
Numero de datos	12						
VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	4,57	CH % Promedio	113,84%	Coefficiente de modificacion por CH %	0,8	VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	5,71

Tabla 5-19 Resultados de compresión perpendicular total probetas. Fuente: autor

COMPRESIÓN PERPENDICULAR							
TOTAL PROBETAS							
Esfuerzo ultimo promedio (MPa)=	10,58						
Desviación estandar S (MPa)=	3,67						
Datos atipicos - criterio de Chauvenet							
K (para n=12 datos) =	2,03						
Minimo aceptable=	3,13						
Maximo aceptable=	18,03						
Coefficiente de variación (%) =	34,69%						
Percentil 5% =	5,07						
Numero de datos	34						
VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	4,25	CH % Promedio	114,94%	Coefficiente de modificacion por CH %	0,8	VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	5,32

A continuación, se resumen los resultados obtenidos para el esfuerzo admisible de compresión perpendicular a las fibras de el Bambú *Bambusa vulgaris*.

Figura 5-9 Resumen de los resultados del ensayo de compresión perpendicular a las fibras.



5.5 Ensayo de flexión

Con el objetivo de determinar la resistencia última, esfuerzo admisible y módulo de elasticidad del Bambú *Bambusa vulgaris* procedente del municipio de La Mesa del departamento de Cundinamarca, ante esfuerzo de flexión, las probetas son tomadas de la sección media de cada culmo, ya que por requerimiento de la NTC 5525 la longitud de la probeta debe ser 30 veces el diámetro de la misma, este ensayo se puede realizar solo en la parte media del culmo debido a que las otras dos secciones no cumplen con lo establecido en la norma, a continuación, se relacionan el número de probetas para este ensayo y su sección:

Tabla 5-2 Cantidad de probetas para el ensayo y su distribución. Fuente: Autor

SECCIÓN	No. PROBETAS
MEDIA	12
TOTAL	12

El equipo usado durante la realización del ensayo se relaciona a continuación:

- Instrumento de medición con exactitud de 0,1 mm, (capacidad para determinar las dimensiones de las probetas)
- Máquina de ensayo, con capacidad para medir la carga con exactitud de 1 % de la escala utilizada y la deflexión con exactitud de mm.
- Equipo LVDT.
- Monturas y viga (encargada de dividir la carga)

Figura 5-10 Montaje para el ensayo de flexión



5.5.1 Preparación de probetas ensayo de flexión

Las probetas se toman de la parte media del culmo debido a que su espacio libre debe ser por lo menos treinta veces el diámetro externo, estas se seleccionaron sin defectos visibles, fisuras, ni insectos patógenos, la longitud total de la probeta se dimensionan entre apoyos más una longitud adicional la cual garantiza al menos un entrenudo después del apoyo en cada extremo, después del corte y marcación de la probeta, se procede a llevarla a saturación estado verde, manteniéndola sumergida en agua por mínimo por dos semanas.

Figura 5-11 Probetas de flexión. Fuente: autor.



5.5.2 Metodología de ensayo de flexión NTC 5525

Siguiendo la metodología de los lineamientos establecidos en la NTC 5525, el procedimiento realizado fue el siguiente.

- Se coloca el culmo en el equipo LVDT en el centro de la luz del elemento para realizar la medición de la deflexión.

Figura 5-12 Montaje del ensayo de flexión. Fuente: Autor.



- A continuación, se apoya el culmo sobre los dos soportes en los dos apoyos, se debe permitir que la probeta encuentre su propia posición sin que esta se fuerce.



- Enseguida se ubican las dos monturas y la viga (que divide la carga) en la parte superior del culmo y permita nuevamente que el culmo encuentre su posición, se debe alinear visualmente el culmo, los soportes, las monturas, la carga y los apoyos en un plano vertical.
- Mediante el equipo se realiza la aplicación de la carga al culmo la cual debe hacerse uniformemente a velocidad constante. La velocidad de ensayo (preferiblemente con movimiento constante del cabezal de carga de la máquina o con incremento constante de carga) debe ser de 0,5 mm/s.
- Después de estos se determina la carga máxima.
- Se deben observar las grietas y describir la forma de la falla.

Figura 5-13 Fallas típicas del ensayo de flexión. Fuente: autor.



- Como resultado se debe diagramar la deflexión con relación a la carga.
- Después del ensayo se determina nuevamente el diámetro externo D y el espesor de la pared t , lo más cerca posible de los puntos de carga. El promedio de los valores de diámetro y de los espesores de pared se debe usar para calcular el momento de inercia I_B , el cual se calculó con la ecuación tomada de la NTC 5525.

Ecuación 5-9

$$I_B = \frac{\pi}{64} (D^4 - (D - 2t)^4)$$

Donde:

- I_B momento de inercia.
 D diámetro externo promedio.
 t espesor de pared promedio.

- Después de conocer el momento de inercia se determina el esfuerzo último a flexión (σ_{uf}) el cual se halló usando la ecuación 8.2 tomada de la NTC 5525.

Ecuación 5-10

$$\sigma_{ult} = FxLx \frac{D/2}{6} x \frac{1}{I_E}$$

Donde:

- F carga máxima aplicada, en N (la carga total aplicada en los dos puntos de carga).
 L luz, en mm (o espacio de separación)
 D diámetro externo, en mm.
 I_E momento de inercia, en mm^4 .

- A continuación, se halló el módulo de elasticidad (módulo de *Young*) está determinado por la pendiente de la parte lineal del diagrama de deformación frente a la carga.

El módulo de elasticidad E , en MPa, se calcula usando la siguiente fórmula:

Ecuación 5-11

$$E = \frac{23xFxL^3}{1296x\delta x I_E}$$

Donde:

F carga máxima aplicada, en N (la carga total aplicada en los dos puntos de carga).

L luz, en mm (o espacio de separación)

D diámetro externo, en mm.

I_E momento de inercia, en mm^4 .

δ deflexión en el punto medio de la luz en mm

- Se determina el contenido de humedad, utilizando una probeta proveniente de un punto cercano a la falla.
- Se realizó el diagrama de la deflexión frente a la carga.
- Por último, para calcular el valor del esfuerzo admisible se utiliza el procedimiento descrito en la NSR-10 Título G - G.12.7.4. Los valores de esfuerzo admisibles se determinan a partir del valor característico, el cual se obtiene con la siguiente ecuación G.12.7-1:

Ecuación 5-12

$$f_{ki} = f_{0,05i} \left[1 - \frac{2.7 \frac{s}{m}}{\sqrt{n}} \right]$$

Donde:

f_{ki} valor característico en la sollicitación i .

$f_{0,05i}$ valor correspondiente al percentil 5 de los datos de las pruebas de laboratorio en la sollicitación i .

m valor promedio de los datos de la prueba de laboratorio.

s desviación estándar de los datos de las pruebas de laboratorio.

n número de ensayos.

i subíndice que depende del tipo de sollicitación (b para flexión, t para tracción paralela a las fibras, c para compresión paralela a las fibras, p para compresión perpendicular a las fibras, v para cortante paralelo a las fibras.

- Una vez determinado el valor característico para cada sollicitación, se procede a calcular los esfuerzos admisibles con la siguiente ecuación G.12.7-2:

Ecuación 5-13

$$F_i = \frac{FC}{F_s \times FDC} f_{ki}$$

Donde:

F_i esfuerzo admisible en la sollicitación i .

f_{ki} valor característico en la sollicitación i .

FC factor de reducción por diferencias entre las condiciones de los ensayos en el laboratorio y las condiciones reales de aplicación de las cargas en la estructura.

f_s factor de seguridad.

FDC factor de duración de carga.

i subíndice que depende del tipo de sollicitación (b para flexión, t para tracción paralela a las fibras, c para compresión paralela a las fibras, p para compresión perpendicular a las fibras, v para cortante paralelo a las fibras).

Tabla 5-20 Factores de reducción. Fuente: NSR-10

Tabla G.12.7-3
Factores de reducción

Factor	Flexión	Tracción	Compresión	Compresión ⊥	Corte
FC	-	0.5	-	-	0.6
F_s	2.0	2.0	1.5	1.8	1.8
FDC	1.5	1.5	1.2	1.2	1.1

5.5.3 Resultados y análisis estadísticos ensayo de flexión

A partir de los resultados obtenidos del procedimiento anterior se verifica la existencia de datos atípicos mediante el Criterio de Chauvenet, posteriormente se realiza una corrección del esfuerzo admisible teniendo en cuenta el contenido de humedad según la tabla G.12.7-5 de la NSR-10, para reportar el resultado con un contenido de humedad del 12%, utilizado en el código colombiano de construcción sismo resistente para registrar los valores de los esfuerzos admisibles.

Tabla 5-21 Coeficientes de modificación de contenidos de humedad para el ensayo de flexión. Fuente: NSR 10

Tabla G.12.7-5
Coeficientes de modificación por contenido de humedad (C_m)

Esfuerzos		CH ≤ 12%	CH = 13%	CH = 14%	CH = 15%	CH = 16%	CH = 17%	CH = 18%	CH ≥ 19%
Flexión	F_b	1.0	0.96	0.91	0.87	0.83	0.79	0.74	0.70
Tracción	F_t	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Compresión paralela	F_c	1.0	0.96	0.91	0.87	0.83	0.79	0.74	0.70
Compresión perpendicular	F_p	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Corte	F_y	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Modulo de elasticidad	$E_{0.5}$	1.0	0.99	0.97	0.96	0.94	0.93	0.91	0.90
	$E_{0.05}$								
	E_{min}								

Este procedimiento se lleva a cabo para la sección media (M), con el fin de determinar el comportamiento del esfuerzo admisible ante esfuerzo de flexión a lo largo del culmo y para todo el culmo.

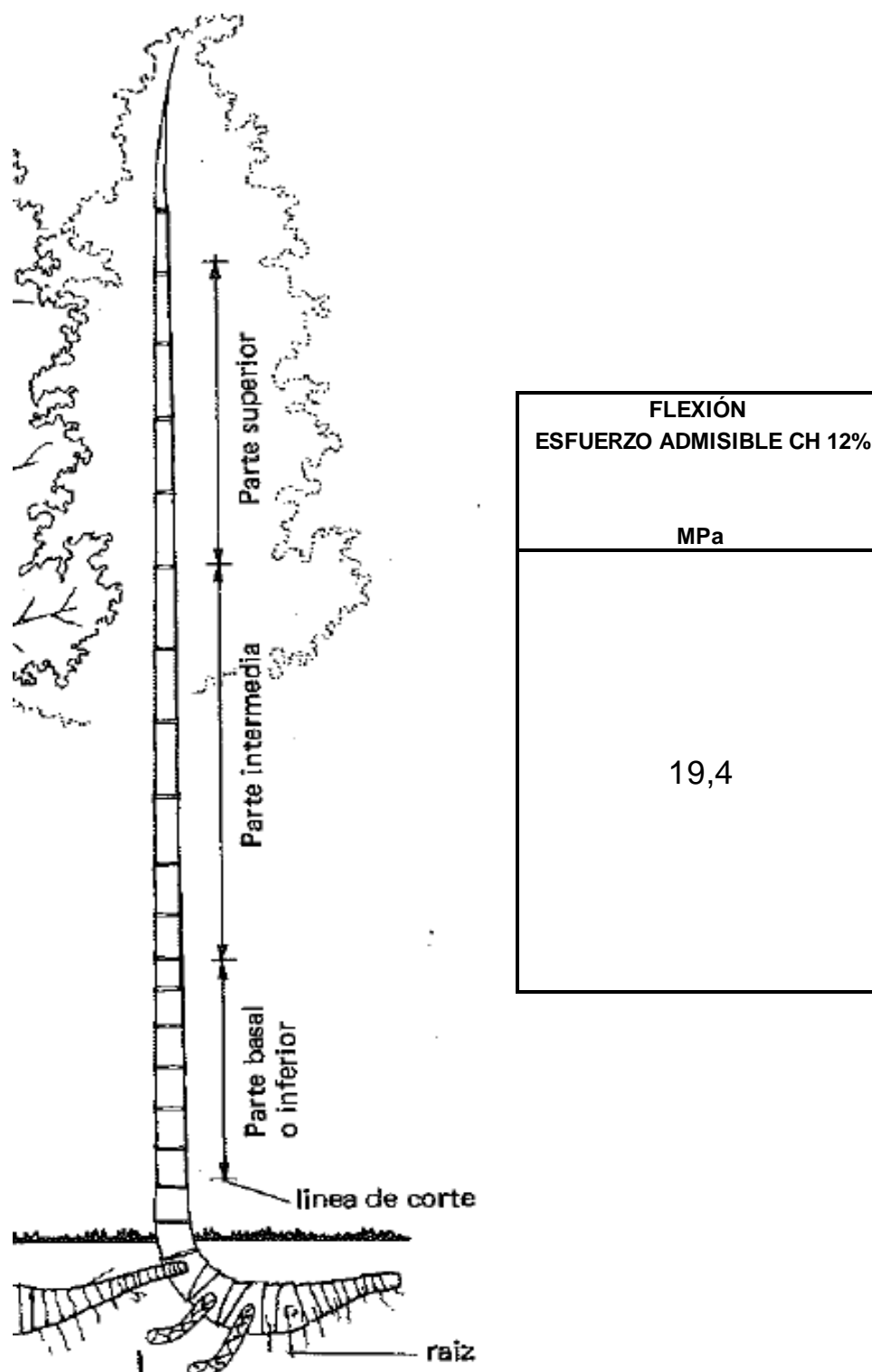
Tabla 5-22 Resultados del ensayo de flexión. Fuente: autor.

FLEXIÓN							
PARTE MEDIA							
Esfuerzo ultimo promedio (MPa)=	74,82						
Desviación estandar S (MPa)=	15,67						
Datos atipicos - criterio de Chauvenet							
K (para n=12 datos) =	2,03						
Minimo aceptable=	43,00						
Maximo aceptable=	106,64						
Coefficiente de variación (%) =	20,95%						
Percentil 5% =	48,74						
Numero de datos	12						
VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	40,78						
Esfuerzo admisible (MPa)	13,59	CH % Promedio	103,36%	Coefficiente de modificacion por CH %	0,7	Esfuerzo Admisible (MPa)	19,4



A continuación, se resumen los resultados obtenidos para el esfuerzo admisible ante cargas a flexión de el Bambú *Bambusa vulgaris*.

Figura 5-14 Resumen de resultados para el ensayo de flexión. Fuente: autor.



5.6 Ensayo de Corte paralelo a las fibras

Con el objetivo de determinar la resistencia última y esfuerzo admisible del Bambú *Bambusa vulgaris* procedente del municipio de La Mesa del departamento de Cundinamarca, ante sollicitaciones de corte paralelo a la fibra, se ensayaron 36 probetas en los tres segmentos de los culmos, parte inferior o basal (B), parte media (M) y parte superior (S), distribuidas de la forma indicada en la Tabla 4-1.

Tabla 5-23 Cantidad de probetas para el ensayo y su distribución. Fuente: Autor

SECCIÓN	No. PROBETAS	
	CON NUDO	SIN NUDO
INFERIOR	6	6
MEDIA	6	6
SUPERIOR	6	6
SUBTOTAL	18	18
TOTAL	36	

El equipo usado durante la realización del ensayo se relaciona a continuación:

- Instrumento de medición con exactitud de 0,1 mm, (capacidad para determinar las dimensiones de las probetas)
- Máquina de ensayo, con capacidad para medir la carga con exactitud de 1 % de la escala utilizada y la deflexión con exactitud de mm.
- Platos de corte.

Figura 5-15 Instrumentos para el ensayo de corte paralelo a las fibras. Fuente: autor.



5.6.1 Preparación de probetas corte paralelo a las fibras

Las probetas se toman de las tres diferentes partes, inferior, media y superior de cada culmo con el objetivo de tener una muestra representativa de este, estas deben ser marcadas con las letras B, M y S respectivamente, cabe resaltar que para este ensayo fue necesario tomar el 50 % de las probetas con nudo y el 50 % restante sin nudo. Estas se cortaron con la longitud igual a su diámetro como se especifica en la NTC 5525, se deben rectificar las superficies de los extremos de la probeta, verificando que estas tuvieran el ángulo recto respecto a la longitud de ésta. Las superficies deben ser planas. El espesor de pared t y la altura L de la probeta se deben tomar en las cuatro áreas de corte, por último, se llevaron a saturación (estado verde), manteniéndolas sumergidas aproximadamente por dos semanas sin cambios de humedecimiento y secado.

Figura 5-16 Preparación de las probetas de corte paralelo a las fibras. Fuente: Autor.



5.6.2 Metodología de ensayo corte paralelo a las fibras NTC 5525

Siguiendo la metodología de los lineamientos establecidos en la NTC 5525, el procedimiento realizado fue el siguiente.

- Se colocan la probeta de tal manera que el centro del cabezal móvil esté verticalmente sobre el centro de la sección transversal de la misma.

Figura 5-17 Montaje del ensayo de corte paralelo a las fibras. Fuente: autor.



- A continuación, se verifica que la probeta estuviera centrada con relación a los cuartos de soporte y de carga.
- Al tener certeza de que los dos pasos anteriores se llevaron a cabo se aplicó una carga pequeña, no superior a 1 kN, con el objetivo de acomodar la probeta.
- Se inicia con el ensayo aplicando una carga continua durante la prueba para lograr que el cabezal móvil de la máquina de ensayo se desplace a una velocidad constante de 0,01 mm/s.
- Por último, se registran las lecturas de la carga máxima a las cual falló la probeta, así como la cantidad de áreas que fallaron.
- Para hallar la resistencia última de corte se calculó utilizando la siguiente ecuación:
Ecuación 5-14

$$\tau_{ult} = \frac{F_{ult}}{\sum(txL)}$$

Donde:

τ_{ult} resistencia última al corte, en MPa,

F_{ult} valor máximo de la carga aplicada en la cual falla la probeta en N

$\sum(txL)$ suma de los cuatro productos de t y L.

- Por último, para calcular el valor del esfuerzo admisible se utiliza el procedimiento descrito en la NSR-10 Título G - G.12.7.4. Los valores de esfuerzo admisibles se determinan a partir del valor característico, el cual se obtiene con la siguiente ecuación G.12.7-1:

Ecuación 5-15

$$f_{ki} = f_{0,05i} \left[1 - \frac{2.7 S/m}{\sqrt{n}} \right]$$

Donde:

f_{ki} valor característico en la sollicitación i .

$f_{0,05i}$ valor correspondiente al percentil 5 de los datos de las pruebas de laboratorio en la sollicitación i .

m valor promedio de los datos de la prueba de laboratorio.

s desviación estándar de los datos de las pruebas de laboratorio.
 n número de ensayos.
 i subíndice que depende del tipo de sollicitación (b para flexión, t para tracción paralela a las fibras, c para compresión paralela a las fibras, p para compresión perpendicular a las fibras, v para cortante paralelo a las fibras).

- Una vez determinado el valor característico para cada sollicitación, se procede a calcular los esfuerzos admisibles con la siguiente ecuación G.12.7-2:

Ecuación 5-16

$$F_i = \frac{FC}{F_s \times FDC} f_{ki}$$

Donde:

F_i esfuerzo admisible en la sollicitación i .

f_{ki} valor característico en la sollicitación i .

FC factor de reducción por diferencias entre las condiciones de los ensayos en el laboratorio y las condiciones reales de aplicación de las cargas en la estructura.

f_s factor de seguridad.

FDC factor de duración de carga.

i subíndice que depende del tipo de sollicitación (b para flexión, t para tracción paralela a las fibras, c para compresión paralela a las fibras, p para compresión perpendicular a las fibras, v para cortante paralelo a las fibras).

Tabla G.12.7-3
Factores de reducción

Factor	Flexión	Tracción	Compresión 	Compresión \perp	Corte
FC	-	0.5	-	-	0.6
F_s	2.0	2.0	1.5	1.8	1.8
FDC	1.5	1.5	1.2	1.2	1.1

5.6.3 Resultados y análisis estadísticos corte paralelo a las fibras

A partir de los resultados obtenidos del procedimiento anterior se verifica la existencia de datos atípicos mediante el Criterio de Chauvenet, posteriormente se realiza una corrección del esfuerzo admisible teniendo en cuenta el contenido de humedad según la tabla G.12.7-5 de la NSR-10, para reportar el resultado con un contenido de humedad del 12%, utilizado en el código colombiano de construcción sismo resistente para registrar los valores de los

esfuerzos admisibles ante sollicitaciones de corte paralelo a las fibras de el Bambú *Bambusa vulgaris*.

Tabla 5-24 Coeficientes de modificación por contenido de humedad CH para el ensayo de corte paralelo a las fibras. Fuente: NSR-10

Tabla G.12.7-5
Coeficientes de modificación por contenido de humedad (C_m)

Esfuerzos		CH ≤ 12%	CH = 13%	CH = 14%	CH = 15%	CH = 16%	CH = 17%	CH = 18%	CH ≥ 19%
Flexión	F_b	1.0	0.96	0.91	0.87	0.83	0.79	0.74	0.70
Tracción	F_t	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Compresión paralela	F_c	1.0	0.96	0.91	0.87	0.83	0.79	0.74	0.70
Compresión perpendicular	F_p	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Corte	F_y	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Modulo de elasticidad	$E_{0.5}$	1.0	0.99	0.97	0.96	0.94	0.93	0.91	0.90
	$E_{0.05}$								
	E_{min}								

Este procedimiento se lleva a cabo para las diferentes secciones inferior o basal (B), medio (M), superior (S), con el fin de determinar el comportamiento del esfuerzo admisible ante sollicitaciones de corte paralelo a la fibra a lo largo del culmo y para todo el culmo.

Tabla 5-25 Resultados de corte paralelo a las fibras Parte inferior. Fuente: NSR-10

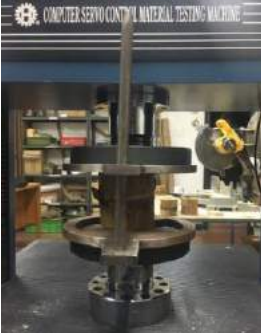
CORTE PARALELO A LAS FIBRAS							
PARTE INFERIOR							
Esfuerzo ultimo promedio (MPa)=	6,48						
Desviación estandar S (MPa)=	1,29						
Datos atipicos - criterio de Chauvenet							
K (para n=12 datos) =	2,03						
Minimo aceptable=	3,87						
Maximo aceptable=	9,09						
Coefficiente de variación (%) =	19,88%						
Percentil 5% =	5,02						
Numero de datos	12						
VALOR CARACTERISTICO (MPa)	4,245						
Esfuerzo admisible (MPa)	1,286	CH % Promedio	76,81%	Coefficiente de modificacion por CH %	0,8	Esfuerzo Admisible (MPa)	1,61

Tabla 5-26 Resultados de corte paralelo a las fibras Parte media. Fuente: NSR-10


CORTE PARALELO A LAS FIBRAS							
PARTE MEDIA							
Esfuerzo ultimo promedio (MPa)=	7,52						
Desviación estandar S (MPa)=	1,47						
Datos atipicos - criterio de Chauvenet							
K (para n=12 datos) =	2,03						
Minimo aceptable=	4,53						
Maximo aceptable=	10,52						
Coefficiente de variación (%) =	19,61%						
Percentil 5% =	5,87						
Numero de datos	12						
VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	4,974						
Esfuerzo admisible (MPa)	1,507	CH % Promedio	44,51%	Coefficiente de modificacion por CH %	0,8	Esfuerzo Admisible (MPa)	1,88

Tabla 5-27 Resultados de corte paralelo a las fibras Parte superior. Fuente: NSR-10



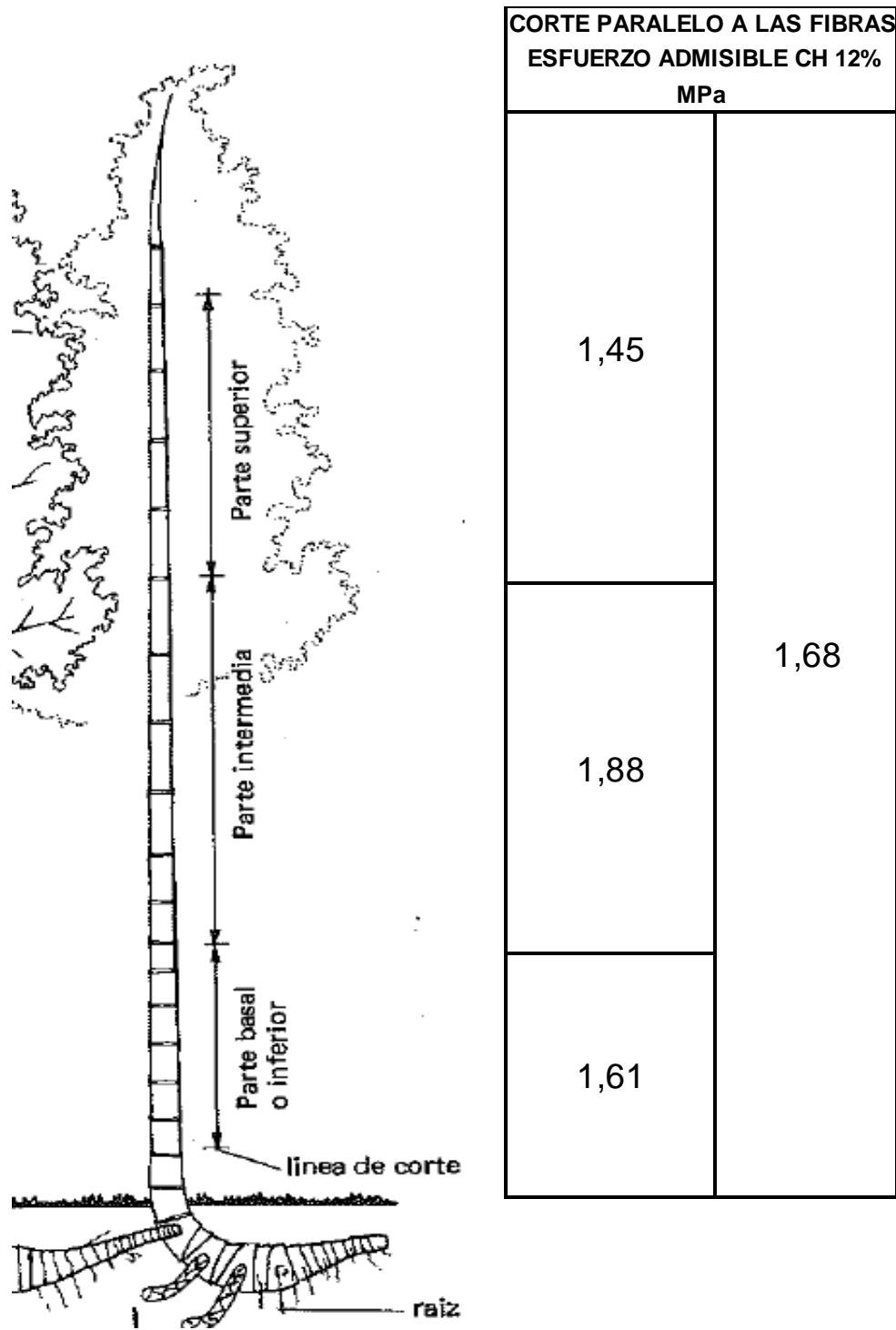
CORTE PARALELO A LAS FIBRAS							
PARTE SUPERIOR							
Esfuerzo ultimo promedio (MPa)=	6,16						
Desviación estandar S (MPa)=	1,34						
Datos atipicos - criterio de Chauvenet							
K (para n=12 datos) =	2,03						
Minimo aceptable=	3,44						
Maximo aceptable=	8,88						
Coefficiente de variación (%) =	21,73%						
Percentil 5% =	4,62						
Numero de datos	12						
VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	3,84						
Esfuerzo admisible (MPa)	1,162	CH % Promedio	131,95%	Coefficiente de modificacion por CH %	0,8	Esfuerzo Admisible (MPa)	1,45

Tabla 5-28 Resultados de corte paralelo a las fibras Total probetas. Fuente: NSR-10

CORTE PARALELO A LAS FIBRAS							
TOTAL PROBETAS							
Esfuerzo ultimo promedio (MPa)=	6,72						
Desviación estandar S (MPa)=	1,45						
Datos atipicos - criterio de Chauvenet							
K (para n=36 datos) =	2,03						
Minimo aceptable=	3,77						
Maximo aceptable=	9,67						
Coefficiente de variación (%) =	21,65%						
Percentil 5% =	4,92						
Numero de datos	36						
VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	4,44						
Esfuerzo admisible (MPa)	1,346	CH % Promedio	84,42%	Coefficiente de modificacion por CH %	0,8	Esfuerzo Admisible (MPa)	1,68

A continuación, se resumen los resultados obtenidos para el esfuerzo admisible ante sollicitaciones de corte paralelo a las fibras de el Bambú *Bambusa vulgaris*.

Figura 5-18 Resumen de los resultados del ensayo de corte paralelo a las fibras.
Fuente: autor.



5.7 Ensayo de Tensión paralela a las fibras

Con el objetivo de determinar la resistencia ultima, esfuerzo admisible y módulo de elasticidad a tensión paralela a las fibras del Bambú *Bambusa vulgaris* procedente del municipio de La Mesa del departamento de Cundinamarca, a solicitaciones de tensión paralela a las fibras, se ensayaron 36 probetas en los tres segmentos de los culmos, parte inferior o Basal (B), parte media (M) y parte superior (S), distribuidas de la forma indicada en la Tabla 4-1.

Tabla 5-29 Cantidad de probetas para el ensayo y su distribución. Fuente: Autor

SECCIÓN	No. PROBETAS
INFERIOR	12
MEDIA	12
SUPERIOR	12
TOTAL	36

El equipo usado durante la realización del ensayo se relaciona a continuación:

- Instrumento de medición con exactitud de 0,1 mm, (capacidad para determinar las dimensiones de las probetas)
- Máquina de ensayo, con capacidad para medir la carga con exactitud de 1 % de la escala utilizada con exactitud de mm.
- Los sujetadores de la máquina de ensayo deben asegurar que la carga se aplique a lo largo del eje longitudinal de la probeta y deben evitar la torsión longitudinal de ésta. Los sujetadores deben sostener la probeta perpendicular a las fibras y en dirección radial.
- Deformímetro electromecánico (extensómetro).

Figura 5-19 Instrumentos para el ensayo de tensión paralela a las fibras. Fuente: autor.



5.7.1 Preparación de probetas ensayo de tensión paralela a las fibras

Las diferentes muestras se toman de las diferentes partes del bambú (inferior o basal, media y superior) de cada culmo respectivamente. Estas muestras se marcaron con las letras B, M y S respectivamente. Los ensayos de tensión paralela a las fibras se deben hacer en probetas con un nudo que debe estar en la porción de ensayo, la dirección general de las fibras debe ser paralela al eje longitudinal de la porción de ensayo de la probeta. La porción de ensayo debe tener una sección transversal rectangular cuyas dimensiones sean iguales al espesor de la pared o menor en la dirección radial; y de 10 mm a 20 mm en la dirección tangencial. La longitud de la porción de ensayo debe estar entre 50 mm y 100 mm. Se debe verificar que los extremos de las probetas deben tener una forma tal que garantice que la falla se produce en la porción de ensayo y que minimice la concentración del esfuerzo en el área de transición, se usaron probetas con extremos laminados. Con el objetivo final de determinar el módulo de elasticidad E, se debe usar deformímetros electromecánicos.

Figura 5-20 Preparación de las probetas del ensayo de tensión paralela a las fibras.
Fuente: autor.



5.7.2 Metodología de ensayo de tensión paralela a las fibras NTC 5525

- Se miden las dimensiones de la sección transversal de la porción de ensayo de la probeta con una exactitud de 0,1 mm, en tres lugares de la porción de ensayo, y calcule el valor medio.

- A continuación, se aseguran los extremos de la probeta entre los sujetadores de la máquina de ensayo, a una distancia segura desde la porción de ensayo.

Figura 5-21 Montaje del ensayo de tensión paralela a las fibras. Fuente: autor.



- El paso a seguir después de ver que la muestra está debidamente posicionada se empieza a aplicar la carga a velocidad constante.
- Se le la carga máxima soportada por la muestra.
- Se realizaron lecturas de deformación en diferentes ocasiones con el objetivo de realizar un diagrama lo más exacto posible de la deformación frente a la carga, a partir de la cual se calcula el valor de E.
- En algunos casos se desecharon los resultados obtenidos en probetas cuya falla se produzca fuera de la porción de ensayo.
- Al finalizar Después de la prueba, determinó el contenido de humedad.
- Para hallar la resistencia última a tensión paralela a las fibras se calculó utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 5-17

$$\sigma_{ult} = \frac{F_{ult}}{A}$$

Donde:

σ_{ult} esfuerzo último de tensión, en MPa (o N/mm²), con aproximación de un MPa entero.

F_{ult} valor máximo de la carga aplicada en la cual falla la probeta, expresada en N

A área media de la sección transversal de la porción de ensayo, expresada en mm².

- Por último, para calcular el valor del esfuerzo admisible se utiliza el procedimiento descrito en la NSR-10 Título G - G.12.7.4. Los valores de esfuerzo admisibles se determinan a partir del valor característico, el cual se obtiene con la siguiente ecuación G.12.7-1:

Ecuación 5-18

$$f_{ki} = f_{0,05i} \left[1 - \frac{2.7 \frac{s}{m}}{\sqrt{n}} \right]$$

Donde:

f_{ki} valor característico en la sollicitación i .

$f_{0,05i}$ valor correspondiente al percentil 5 de los datos de las pruebas de laboratorio en la sollicitación i .

m valor promedio de los datos de la prueba de laboratorio.

s desviación estándar de los datos de las pruebas de laboratorio.

n número de ensayos.

i subíndice que depende del tipo de sollicitación (b para flexión, t para tracción paralela a las fibras, c para compresión paralela a las fibras, p para compresión perpendicular a las fibras, v para cortante paralelo a las fibras).

- Una vez determinado el valor característico para cada sollicitación, se procede a calcular los esfuerzos admisibles con la siguiente ecuación G.12.7-2:

Ecuación 5-19

$$F_i = \frac{FC}{F_s \times FDC} f_{ki}$$

Donde:

F_i esfuerzo admisible en la sollicitación i .

f_{ki} valor característico en la sollicitación i .

FC factor de reducción por diferencias entre las condiciones de los ensayos en el laboratorio y las condiciones reales de aplicación de las cargas en la estructura.

f_s factor de seguridad.

FDC factor de duración de carga.

i subíndice que depende del tipo de sollicitación (b para flexión, t para tracción paralela a las fibras, c para compresión paralela a las fibras, p para compresión perpendicular a las fibras, v para cortante paralelo a las fibras).

Tabla G.12.7-3
Factores de reducción

Factor	Flexión	Tracción	Compresión	Compresión \perp	Corte
FC	-	0.5	-	-	0.6
F_s	2.0	2.0	1.5	1.8	1.8
FDC	1.5	1.5	1.2	1.2	1.1

Para este ensayo se utilizó el factor de reducción correspondiente al ensayo de compresión paralela, teniendo en cuenta que comparando con investigaciones de *Guadua angustifolia kunth* de otras regiones del país, se pudo determinar que el factor de corrección a tracción es demasiado exigente y no fue usado para calcular el esfuerzo admisible a tracción que se reporta en la NSR-10.

5.7.3 Resultados y análisis estadísticos ensayo de tensión paralela a las fibras

A partir de los resultados obtenidos del procedimiento anterior se verifica la existencia de datos atípicos mediante el Criterio de Chauvenet, posteriormente se realiza una corrección del esfuerzo admisible teniendo en cuenta el contenido de humedad según la tabla G.12.7-5 de la NSR-10, para reportar el resultado con un contenido de humedad del 12%, utilizado en el código colombiano de construcción sismo resistente para registrar los valores de los esfuerzos admisibles ante sollicitaciones de tensión paralela a las fibras.

Tabla 5-30 Coeficiente de modificación por CH para tensión. Fuente: NSR-10

Tabla G.12.7-5
Coeficientes de modificación por contenido de humedad (C_m)

Esfuerzos		CH ≤ 12%	CH = 13%	CH = 14%	CH = 15%	CH = 16%	CH = 17%	CH = 18%	CH ≥ 19%
Flexión	F_b	1.0	0.96	0.91	0.87	0.83	0.79	0.74	0.70
Tracción	F_t	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Compresión paralela	F_c	1.0	0.96	0.91	0.87	0.83	0.79	0.74	0.70
Compresión perpendicular	F_p	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Corte	F_y	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Modulo de elasticidad	$E_{0.5}$	1.0	0.99	0.97	0.96	0.94	0.93	0.91	0.90
	$E_{0.05}$								
	E_{min}								

Este procedimiento se lleva a cabo para las diferentes secciones inferior o basal (B), medio (M), superior (S), con el fin de determinar el comportamiento del esfuerzo admisible ante sollicitaciones de sollicitaciones de tensión paralela a las fibras a lo largo del culmo y para todo el culmo.

Tabla 5-31 Resultados de tensión paralela a las fibras Parte inferior. Fuente: NSR-10


TENSIÓN PARALELA							
PARTE INFERIOR							
Esfuerzo ultimo promedio (MPa)=	72,78						
Desviación estandar S (MPa)=	14,60						
Datos atipicos - criterio de Chauvenet							
K (para n=12 datos) =	2,03						
Minimo aceptable=	43,14						
Maximo aceptable=	102,41						
Coefficiente de variación (%) =	20,06%						
Percentil 5% =	49,87						
Numero de datos	12						
VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	42,08						
Esfuerzo admisible (MPa)	23,375	CH % Promedio	70,47%	Coefficiente de modificacion por CH %	0,8	Esfuerzo Admisible (MPa)	29,22

Tabla 5-32 Resultados de tensión paralela a las fibras Parte media. Fuente: NSR-10


TENSIÓN PARALELA							
PARTE MEDIA							
Esfuerzo ultimo promedio (MPa)=	74,80						
Desviación estandar S (MPa)=	7,02						
Datos atipicos - criterio de Chauvenet							
K (para n=12 datos) =	2,03						
Minimo aceptable=	60,54						
Maximo aceptable=	89,05						
Coefficiente de variación (%) =	9,39%						
Percentil 5% =	64,48						
Numero de datos	12						
VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	59,76						
Esfuerzo admisible (MPa)	33,199	CH % Promedio	55,23%	Coefficiente de modificacion por CH %	0,8	Esfuerzo Admisible (MPa)	41,50

Tabla 5-33 Resultados de tensión paralela a las fibras Parte superior. Fuente: NSR-10



TENSIÓN PARALELA							
PARTE SUPERIOR							
Esfuerzo ultimo promedio (MPa)=	56,97						
Desviación estandar S (MPa)=	12,97						
Datos atipicos - criterio de Chauvenet							
K (para n=12 datos) =	2,03						
Minimo aceptable=	30,63						
Maximo aceptable=	83,30						
Coefficiente de variación (%) =	22,77%						
Percentil 5% =	38,85						
Numero de datos	12						
VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	31,95						
Esfuerzo admisible (MPa)	17,752	CH % Promedio	61,95%	Coefficiente de modificacion por CH %	0,8	Esfuerzo Admisible (MPa)	22,19

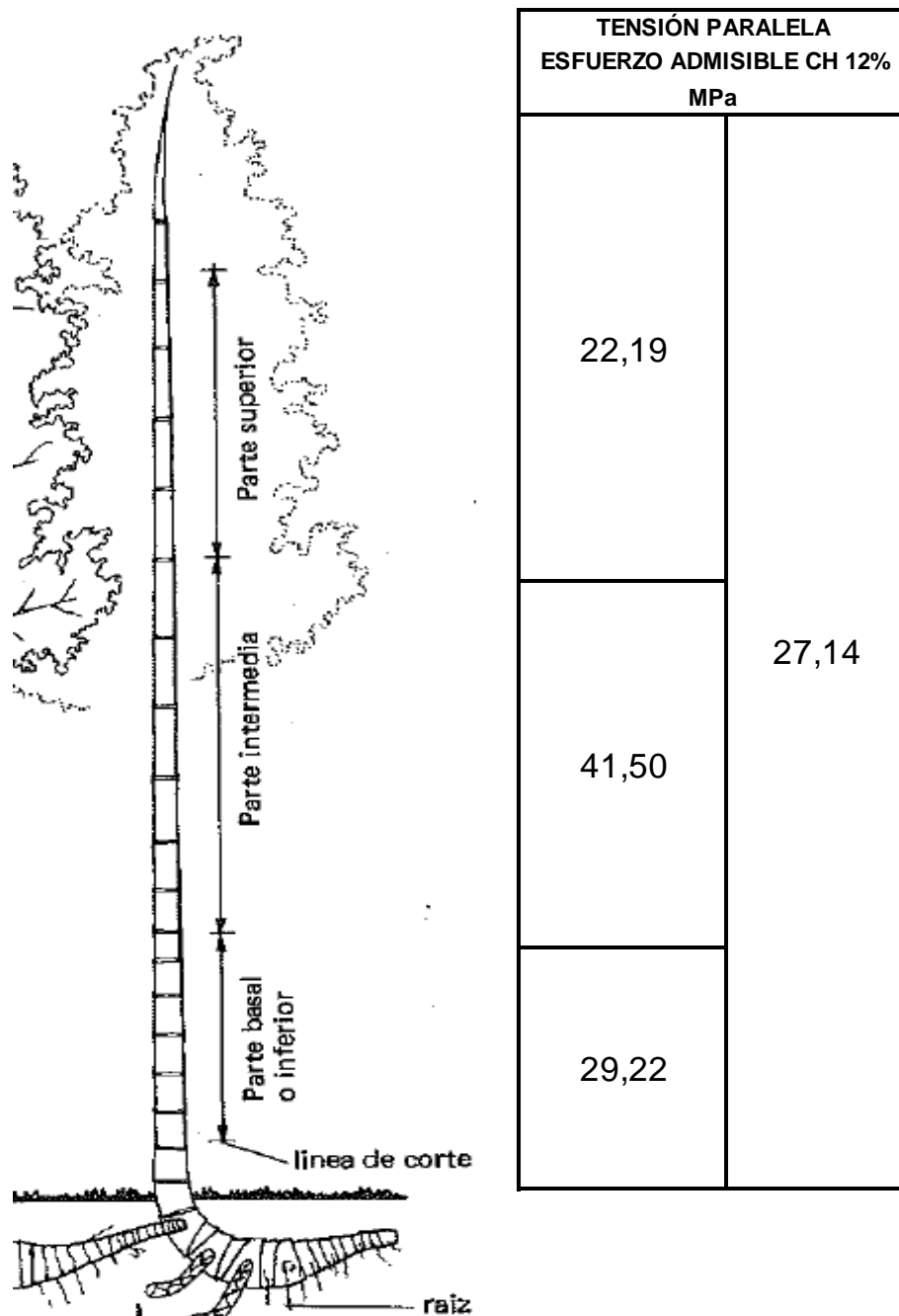
Tabla 5-34 Resultados de tensión paralela a las fibras Total probetas. Fuente: NSR-10

TENSIÓN PARALELA							
TOTAL PROBETAS							
Esfuerzo ultimo promedio (MPa)=	67,64						
Desviación estandar S (MPa)=	14,36						
Datos atipicos - criterio de Chauvenet							
K (para n=36 datos) =	2,03						
Minimo aceptable=	38,49						
Maximo aceptable=	96,79						
Coefficiente de variación (%) =	21,23%						
Percentil 5% =	43,21						
Numero de datos	36						
VALOR CARACTERÍSTICO (MPa)	39,08						
Esfuerzo admisible (MPa)	21,713	CH % Promedio	62,55%	Coefficiente de modificacion por CH %	0,8	Esfuerzo Admisible (MPa)	27,14

A continuación, se resumen los resultados obtenidos para el esfuerzo admisible ante sollicitaciones de corte paralelo a las fibras de el Bambú *Bambusa vulgaris*

Figura 5-22 Resumen de resultados del ensayo de tensión paralela a las fibras.

Fuente: autor.



5.8 Módulo de elasticidad

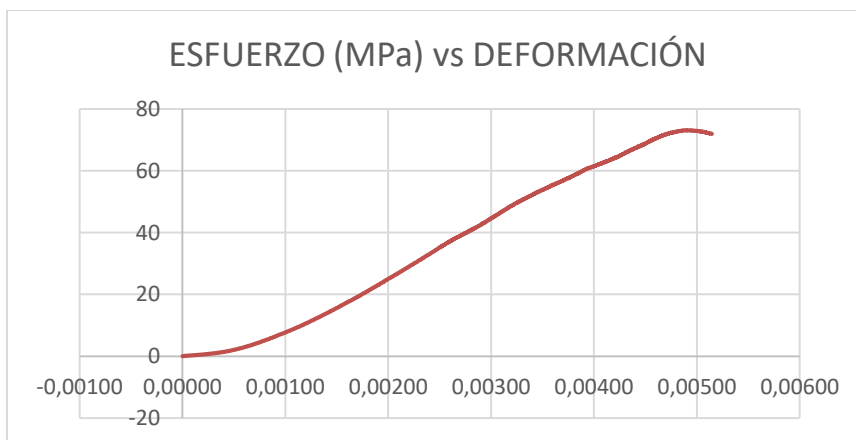
El módulo de elasticidad es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza, este mide la razón de cambio entre esfuerzo y deformación, el código colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, determina que para el análisis de elementos estructurales en guadua se debe utilizar $E_{0.5}$, como módulo de elasticidad del material. El E_{min} se debe utilizar para calcular los coeficientes de estabilidad de vigas (C_L) y de Columnas (C_P). El $E_{0.5}$ se debe utilizar para calcular las deflexiones cuando las condiciones de servicio sean críticas o requieran un nivel de seguridad superior al medio. En todo caso, la escogencia del módulo de elasticidad indicado dependerá del criterio del ingeniero calculista.

Siguiendo la metodología de la norma colombiana NTC 5525, el módulo de elasticidad se puede calcular a partir del ensayo de compresión paralela, utilizando la curva esfuerzo deformación, calculando la pendiente de la recta tangente a la curva en el intervalo del 10 al 60 por ciento del esfuerzo máximo.

5.8.1 Metodología NCT 5525 para calcular Módulo de elasticidad.

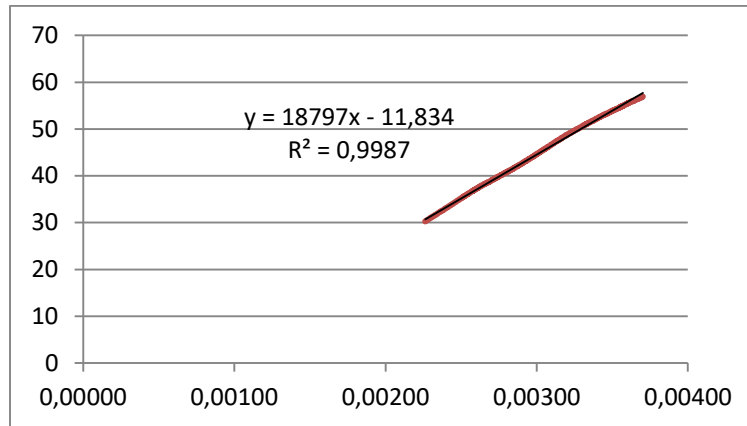
Mediante los resultados obtenidos en el ensayo de compresión paralela a la fibra, se toman las curvas de esfuerzo deformación de las 36 probetas, como se muestra a continuación.

Figura 5-23 Gráfica esfuerzo vs deformación. Fuente: autor



Con esta información se procede a hallar la pendiente de la recta que determina el comportamiento elástico del material, dentro de los límites establecidos por la norma, los cuales son entre el 10% y el 60% del esfuerzo último.

Figura 5-24 Gráfico esfuerzo vs deformación, rango elástico. Fuente: autor



Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 5-35 Resultados de módulos de elasticidad para el ensayo de compresión paralela a las fibras. Fuente: autor

Probeta	Módulo de elasticidad (MPa).
MC01B	13535
MC02B	33270
MC03B	12625
MC04B	35421
MC05B	20837
MC06B	18342
MC07B	24295
MC08B	22741
MC09B	19935
MC10B	14525
MC11B	21599
MC12B	27785
MC01M	28298
MC03M	14305
MC05M	18675
MC06M	22452
MC07M	14273

MC08M	11612
MC09M	21552
MC10M	28995
MC11M	21088
MC12M	18797
MC01S	16698
MC02S	39193
MC03S	29861
MC04S	14985
MC05S	8620
MC06S	29973
MC07S	9813,2
MC08S	27040
MC09S	24666
MC10S	25457
MC11S	9281
MC12S	38717

Tabla 5-36 Análisis estadístico de módulo de elasticidad. Fuente: autor.

MÓDULO DE ELASTICIDAD	
TOTAL PROBETAS COMPRESIÓN PARALELA	
Modulo de elasticidad Promedio (MPa)=	21742,98
Desviación estandar S (MPa)=	8217,22
Datos atipicos - criterio de Chauvenet	
K (para n=36 datos) =	2,03
Minimo aceptable=	5062,02
Maximo aceptable=	38423,93

Tabla 5-37 Resultados de módulo de elasticidad con coeficiente de modificación por CH.
Fuente: autor.

	MOE (MPa), CH=12%		
	MOE Promedio	MOE Quinto percentil	MOE minimo
<i>Bambusa vulgaris</i>	24159	10697	9578

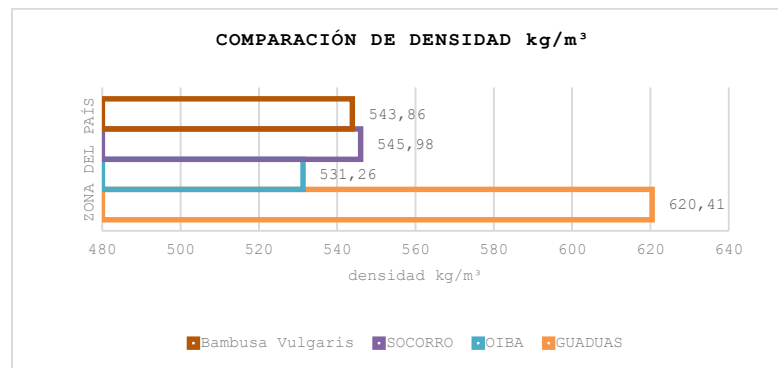
6. Comparación de densidad y esfuerzos admisibles entre la *Bambusa vulgaris* y la *Guadua angustifolia kunth*.

Se realiza la comparación entre los resultados obtenidos del bambú *Bambusa vulgaris*, con los esfuerzos admisibles del bambú *Guadua angustifolia kunth* reportados en el código colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 e investigaciones realizadas en los departamentos de Santander (municipios de Oiba y Socorro), Cundinamarca (municipio de Guaduas) y Tolima.

6.1. Densidad

En comparación con los valores de densidad obtenidos para la *Bambusa vulgaris* de la Mesa Cundinamarca ($543,86 \text{ kg/m}^3$) y las zonas de Guaduas Cundinamarca ($620,47 \text{ kg/m}^3$), Oiba Santander ($531,26 \text{ kg/m}^3$) y Socorro Santander ($545,98 \text{ kg/m}^3$) (Sánchez, 2018) se puede observar que la densidad de la *Bambusa vulgaris* es similar a los resultados obtenidos para la *Guadua angustifolia kunth*.

Figura 6-1 Comparación entre regiones densidad. Fuente: Autor

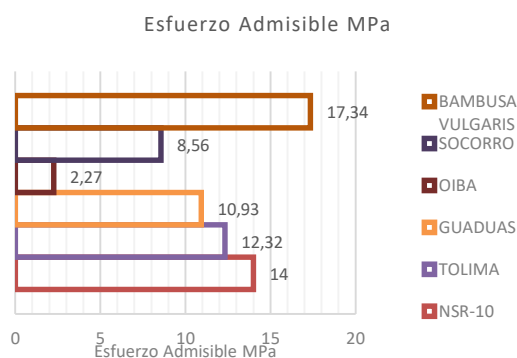


6.2. Esfuerzo admisible a compresión paralela a las fibras

Comparando las dos variedades de bambú, el esfuerzo admisible de la *Bambusa vulgaris* en compresión paralela a las fibras es de 17,34 MPa siendo más alto que el de la *Guadua angustifolia kunth* registrado en la NSR-10 de 14 MPa.

Así mismo, comparando la resistencia de la *Bambusa vulgaris* con investigaciones de *Guadua angustifolia kunth* de diferentes regiones de Colombia, la resistencia es más alta, puesto que los resultados obtenidos fueron en Socorro 8.56 MPa, Oiba 2.27 MPa, Guaduas 10.93 y Tolima 12.32 MPa como se observa en el gráfico 12.2.

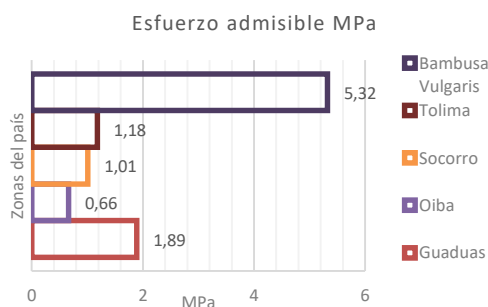
Figura 6-2 Comparación entre regiones esfuerzo último compresión paralela. Fuente: Autor.



6.3. Esfuerzo admisible a compresión perpendicular

Comparando las dos variedades de bambú, el esfuerzo admisible de la *Bambusa vulgaris* del municipio de La Mesa en compresión perpendicular a las fibras es de 5.32 MPa mientras que en investigaciones de *Guadua angustifolia kunth* de diferentes regiones de Colombia, la resistencia de Socorro 1.01 MPa, Oiba 0.66 MPa, Guaduas 1.89 MPa y Tolima 1.18 MPa, siendo más resistente la *Bambusa vulgaris* como se observa en el gráfico 12.6.

Figura 6-3 Comparación entre regiones esfuerzo último compresión perpendicular. Fuente: Autor.

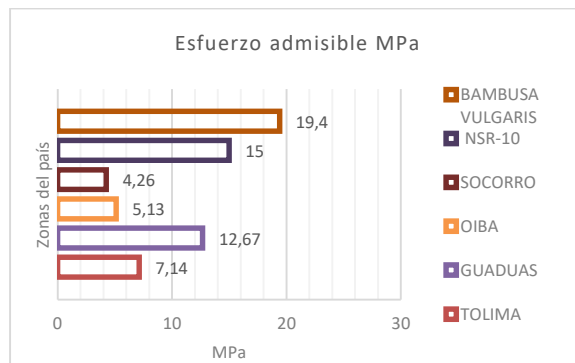


6.4. Esfuerzo admisible a flexión

Comparando las dos variedades de bambú, el esfuerzo admisible de la *Bambusa vulgaris* en flexión es de 19,4 MPa siendo más alto que el de la *Guadua angustifolia kunth* registrado en la NSR-10 de 15 MPa.

Así mismo, comparando la resistencia de la *Bambusa vulgaris* con investigaciones de *Guadua angustifolia kunth* de diferentes regiones de Colombia, la resistencia es más alta, puesto que los resultados obtenidos fueron en Socorro 4.6 MPa, Oiba 5.13 MPa Guaduas 12.67 y Tolima 7.14 MPa, como se observa en el gráfico 12.8.

Figura 6-4 Comparación entre regiones esfuerzo último flexión. Fuente: Autor.

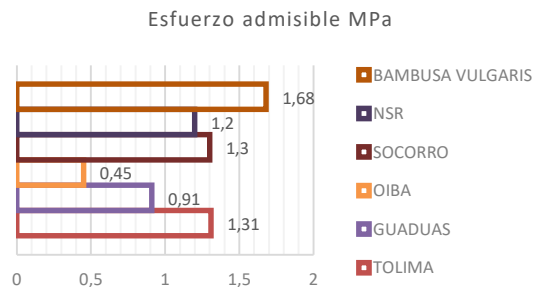


6.5. Esfuerzo admisible a corte paralelo a las fibras

Comparando las dos variedades de bambú, el esfuerzo admisible de la *Bambusa vulgaris* en corte paralelo a las fibras es de 1.68 MPa siendo más alto que el de la *Guadua angustifolia kunth* registrado en la NSR-10 de 1.2 MPa.

Así mismo, comparando la resistencia de la *Bambusa vulgaris* con investigaciones de *Guadua angustifolia kunth* de diferentes regiones de Colombia, la resistencia es similar a Socorro 1.3 MPa y Tolima 1.31 MPa y mayor que Oiba 0.45 MPa y Guaduas 0.91 MPa, como se observa en el gráfico 12.7.

Figura 6-5 Comparación entre regiones esfuerzo último corte paralelo. Fuente: Autor.

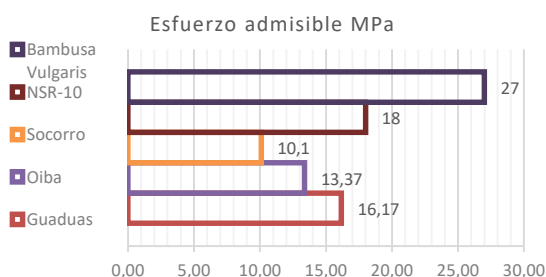


6.6. Esfuerzo admisible a tensión paralela a las fibras

Comparando las dos variedades de bambú, el esfuerzo admisible de la *Bambusa vulgaris* en tensión paralela a las fibras es de 27 MPa siendo más alto que el de la *Guadua angustifolia kunth* registrado en la NSR-10 de 18 MPa.

Así mismo, comparando la resistencia de la *Bambusa vulgaris* con investigaciones de *Guadua angustifolia kunth* de diferentes regiones de Colombia, la resistencia es más alta, puesto que los resultados obtenidos fueron en Socorro 10,1 MPa, Oiba 13,37 MPa y Guaduas 16,17 como se observa en el gráfico 12.4.

Figura 6-6 Comparación entre regiones esfuerzo último tensión paralela. Fuente: Autor.

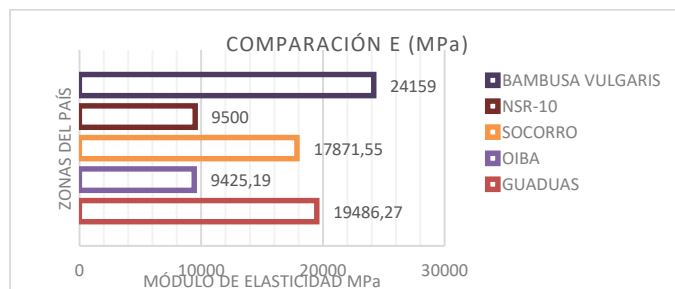


6.7. Módulo de elasticidad

En cuanto al módulo de elasticidad hallado en el ensayo de compresión paralela a las fibras, la *Bambusa vulgaris* obtuvo un resultado de 24.159 MPa, para poder comparar los resultados con la *Guadua angustifolia kunth* de NSR-10 se realizó el cálculo del módulo de elasticidad mediante las gráficas de esfuerzo vs deformación, los valores son superiores a lo reportado en la NSR-10 que es de 9500 MPa.

Comparando los resultados de la *Bambusa vulgaris* y la *Guadua angustifolia kunth*, se encontró que el valor obtenido es más alto que los resultados de Socorro (14.995 MPa), Guaduas (20.319,23 MPa), Tolima (17.519,15 MPa) y Oiba (34.510,4 MPa).

Figura 6-7 Comparación entre regiones módulo de elasticidad compresión paralela. Fuente: Autor.



7. Conclusiones

La *Bambusa vulgaris* del municipio de La mesa Cundinamarca, cuenta con características físicas y mecánicas superiores a las reportadas para la *Guadua angustifolia kunth* en NSR-10, por lo cual se puede considerar apta para ser incluida en el título G de códigos colombianos de construcción sismo resistente venideros.

Cabe resaltar que, ante solicitaciones como compresión perpendicular a las fibras, se obtuvo un resultado mayor al de la *Guadua angustifolia kunth* aun cuando esta se encuentra rellena de mortero.

Así mismo el módulo de elasticidad de la *Bambusa vulgaris* es notablemente superior al de la *Guadua angustifolia kunth*, lo que significa que este material posee una mayor rigidez, en este sentido se reduce la deflexión en vigas, optimizando el uso del material si se tiene en cuenta que, para el diseño de estructuras en bambú, el principal parámetro para diseñar vigas es el control de deflexiones.

La explotación de este recurso natural puede ayudar a disminuir el déficit de vivienda e infraestructura del país y de la región, teniendo en cuenta que es un material económico y renovable que si se acompaña de campañas de explotación responsable dinamizaría la economía del sector rural en Colombia.

A continuación, se presentan las conclusiones por cada característica física y mecánica, junto con la comparación entre las especies de bambú estudiadas:

7.1.1. Características físicas:

El bambú *Bambusa vulgaris* del municipio de La Mesa, Cundinamarca - Colombia, utilizado en esta investigación tiene un diámetro exterior promedio de 98.36 mm en la parte inferior, 96.18 mm en la parte media y 88.85 mm en la parte alta. En cuanto

al espesor promedio de la pared tiene 12.08 mm en la parte baja, 8.90 mm en la parte media y 7.25 en la parte alta.

7.1.2. Densidad:

La densidad de la *Bambusa vulgaris* varía a lo largo del culmo, en la parte inferior o basal se encontró una densidad de 520,13 kg/m³ en la parte media una densidad de 572,00 kg/m³ y en la parte superior una densidad de 539,17 kg/m³. Obteniendo una densidad para todo el culmo de 543,86 kg/m³.

7.1.3. Esfuerzo admisible a compresión paralela a las fibras:

El esfuerzo admisible ante esfuerzos de compresión paralela a las fibras de la *Bambusa vulgaris* varía a lo largo del culmo, en la parte inferior o basal se encontró un esfuerzo admisible de 16,30 MPa, en la parte media un esfuerzo admisible de 16,70 MPa y en la parte superior un esfuerzo admisible de 15,91 MPa. Obteniendo un esfuerzo admisible para todo el culmo de 17,34 MPa.

7.1.4. Esfuerzo admisible a compresión perpendicular a las fibras:

El esfuerzo admisible ante esfuerzos de compresión perpendicular a las fibras de la *Bambusa vulgaris* varía a lo largo del culmo, en la parte inferior o basal se encontró un esfuerzo admisible de 2,99 MPa, en la parte media un esfuerzo admisible de 10,14 MPa y en la parte superior un esfuerzo admisible de 5,71 MPa. Obteniendo un esfuerzo admisible para todo el culmo de 5,32 MPa.

7.1.5. Esfuerzo admisible a flexión:

El esfuerzo admisible ante esfuerzos de flexión de la *Bambusa vulgaris* se obtiene un esfuerzo admisible de 19,4 MPa. Los ensayos fueron realizados para la parte media del culmo.

7.1.6. Esfuerzo admisible a corte paralelo a las fibras:

El esfuerzo admisible ante esfuerzos de corte paralelo a las fibras de la *Bambusa vulgaris* varía a lo largo del culmo, en la parte inferior o basal se encontró un esfuerzo admisible de 1,61 MPa, en la parte media un esfuerzo admisible de 1,88

MPa y en la parte superior un esfuerzo admisible de 1,45 MPa. Obteniendo un esfuerzo admisible para todo el culmo de 1,68 MPa.

7.1.7. Esfuerzo admisible tensión paralela a las fibras:

El esfuerzo admisible ante esfuerzos de tensión paralela a las fibras de la *Bambusa vulgaris* varía a lo largo del culmo, en la parte inferior o basal se encontró un esfuerzo admisible de 29,22 MPa, en la parte media un esfuerzo admisible de 41,50 MPa y en la parte superior un esfuerzo admisible de 22,19 MPa. Obteniendo un esfuerzo admisible para todo el culmo de 27,14 MPa.

7.1.8. Módulo de elasticidad:

El módulo de elasticidad se calculó a partir del ensayo de compresión paralela, obteniendo un módulo de elasticidad promedio de 24.159 MPa, un módulo de elasticidad mínimo de 9578 MPa y un módulo de elasticidad en el quinto percentil de 10.697 MPa.

7.1.9. Comparación entre *Bambusa vulgaris* y *Guadua angustifolia kunth*:

Los resultados de la *Bambusa vulgaris* y la *Guadua angustifolia kunth* se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 7-1 Comparación de esfuerzos admisibles. Fuente: autor

	Esfuerzos admisibles (MPa), CH=12%				
	Flexion	Traccion	Compresion paralela	Compresion perpendicular *	Corte
<i>Guadua angustifolia kunth</i> NSR10	15	18	14	1,4	1,2
<i>Bambusa vulgaris</i>	19,4	27	17	5,3	1,8

Los resultados obtenidos en la investigación soportan que el bambú *Bambusa vulgaris*, se encuentra por encima de lo reportado por la norma en cuanto a valores de esfuerzos admisibles de la *Guadua angustifolia kunth*, por lo cual se puede considerar su introducción en normas venideras.

Tabla 7-2 Comparación de MoE más coeficiente de modificación por CH. Fuente: autor

	MOE (MPa), CH=12%		
	MOE Promedio	MOE Quinto percentil	MOE minimo
<i>Guadua angustifolia kunth</i> NSR10	9500	7500	4000
<i>Bambusa vulgaris</i>	24159	10697	9578

8. Discusión y recomendaciones.

Se recomienda continuar este estudio con investigaciones acerca de la preparación, fabricación, construcción, montaje y mantenimiento de estructuras de *Bambusa vulgaris*, haciendo especial énfasis en el diseño de uniones que garanticen el aprovechamiento de las características mecánicas del material, teniendo en cuenta que los sistemas constructivos que se emplean actualmente en estructuras de *Guadua angustifolia kunth*, están diseñados para diámetros exteriores, espesores de pared y densidades diferentes.

Por otro lado, se considera importante caracterizar el bambú *Bambusa vulgaris* de otras regiones del país, con el objetivo de tener una muestra más grande que garantice que los valores que se incluyan en el código colombiano de construcción sismo resistente tengan la menor incertidumbre posible. Además, se recomienda que de manera paralela la caracterización tenga en cuenta las propiedades del suelo y se estudien las variables ambientales durante los periodos de crecimiento.

Durante el proceso del cálculo de esfuerzo último a flexión se identificó que existe un error en la NTC 5525 en la ecuación del numeral 10.6.1, teniendo en cuenta que el momento de inercia de la sección debe estar el cociente de la ecuación. Se recomienda realizar esta corrección para evitar errores en futuras investigaciones.

Se debe verificar el valor de los factores de reducción de la Tabla G.12.7-3 de la NSR-10 para el esfuerzo de tracción, teniendo en cuenta que producto de las investigaciones de caracterización de *Guadua angustifolia kunth* realizadas en los departamentos de Santander (municipios de Oiba y Socorro), Cundinamarca

(municipio de Guaduas) y Tolima, presentan valores muy por debajo del valor admisible reportado en la Tabla G.12.7-1, analizando estos valores se concluyó que posiblemente para hallar el valor admisible a tracción en la NSR-10, se utilizaron los mismos factores de reducción que para el esfuerzo de compresión paralela a las fibras.

**A. Anexo: Registro ensayo de
compresión paralela a las fibras**



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

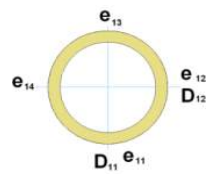
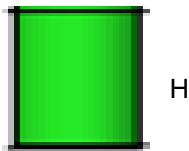
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

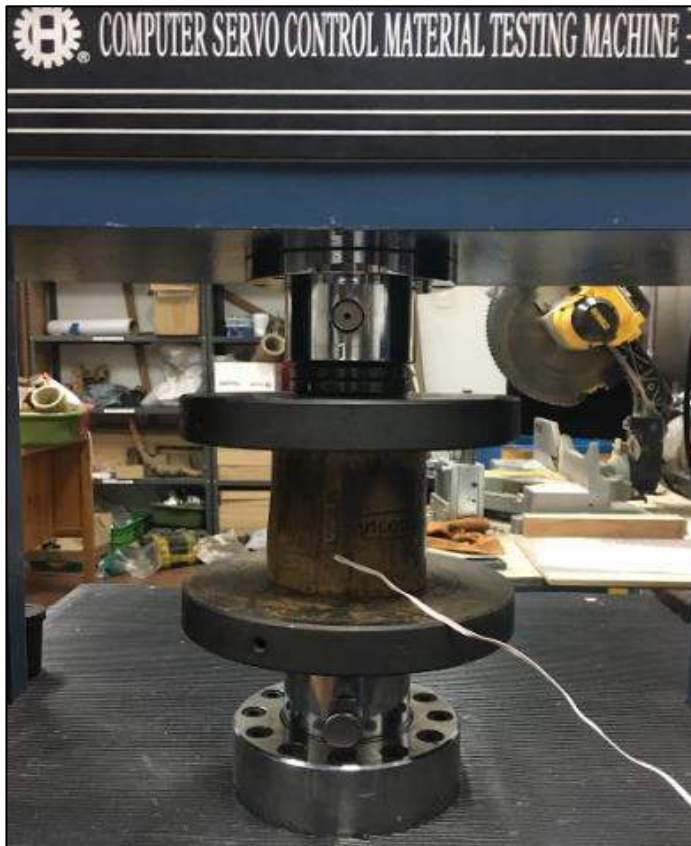
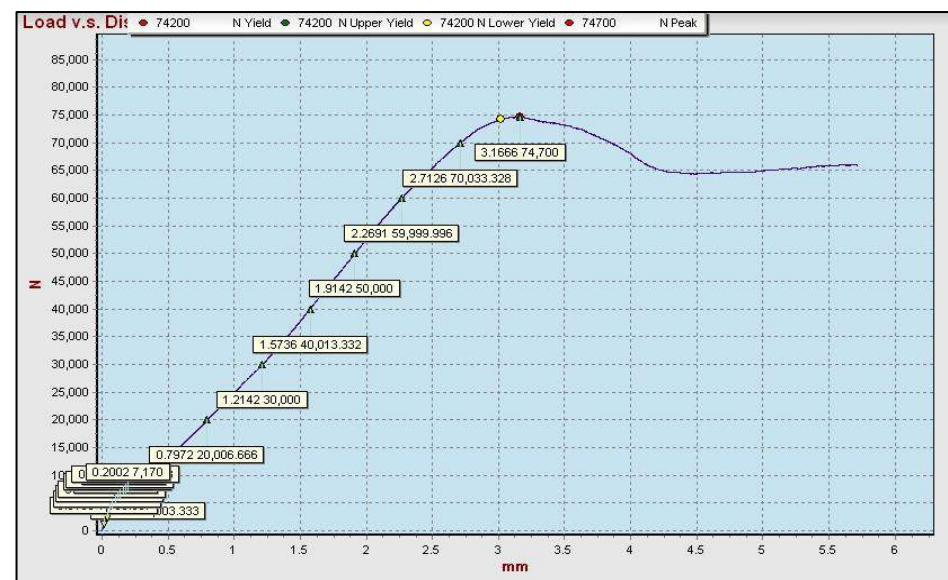
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC01B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	108,86
D2 (mm)	108,87
D3 (mm)	108,88
D4 (mm)	108,84
108,86	

Espeores	e prom.
e1 (mm)	14,120
e2 (mm)	14,140
e3 (mm)	14,110
e4 (mm)	14,110
14,120	



CARGA MÁXIMA (N):	74700,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	33,08

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	13,28	141,02%
10/01/2019	18:00:00	5,53	
10/01/2019	19:00:00	5,52	
10/01/2019	20:00:00	5,51	
10/01/2019	21:00:00	5,51	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

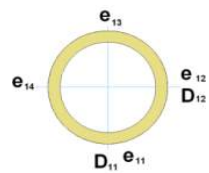
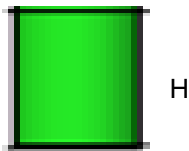
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

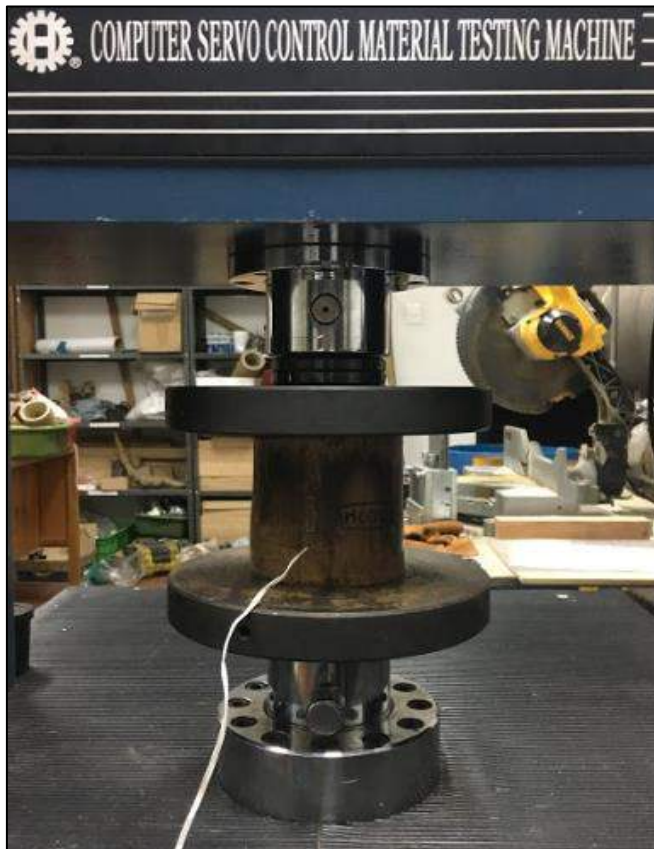
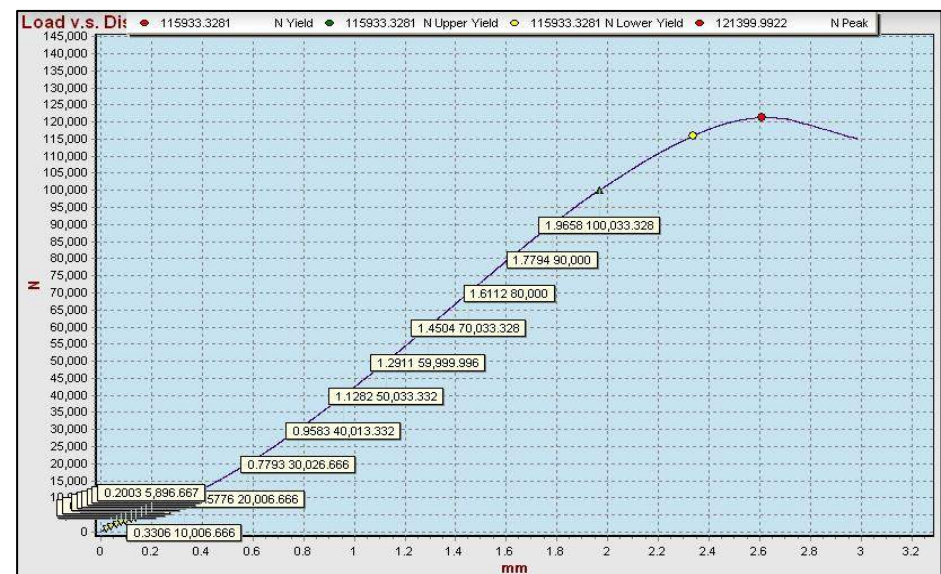
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC02B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	96,35
D2 (mm)	96,36
D3 (mm)	96,37
D4 (mm)	96,32

Espeores	e prom.
e1 (mm)	12,140
e2 (mm)	12,150
e3 (mm)	12,140
e4 (mm)	12,130



CARGA MÁXIMA (N):	121399,99
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	70,52

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	22,81	108,88%
10/01/2019	18:00:00	10,94	
10/01/2019	19:00:00	10,93	
10/01/2019	20:00:00	10,92	
10/01/2019	21:00:00	10,92	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

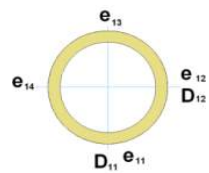
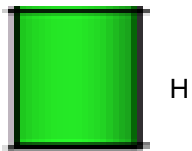
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

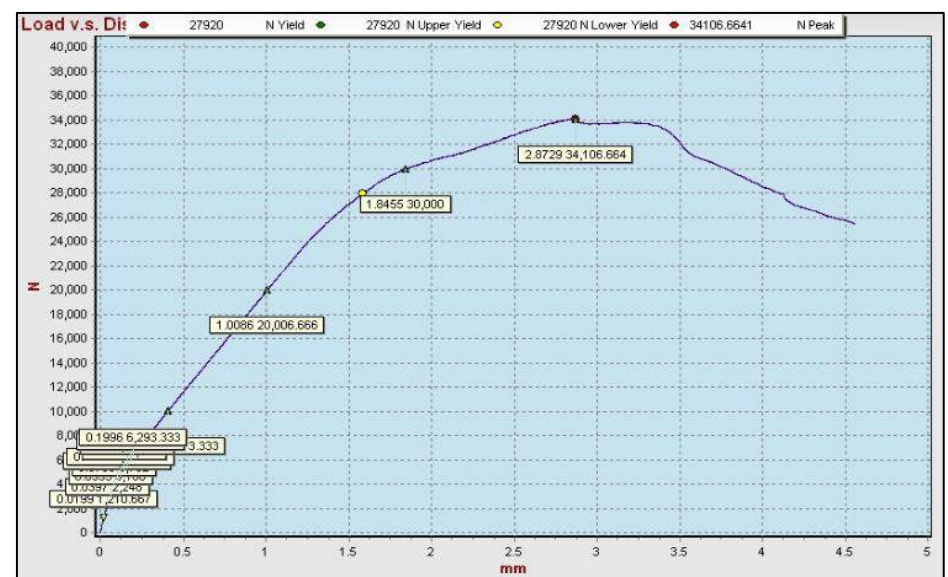
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC03B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	87,83
D2 (mm)	87,85
D3 (mm)	87,82
D4 (mm)	87,83
87,83	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	8,360
e2 (mm)	8,380
e3 (mm)	8,370
e4 (mm)	8,330
8,360	



CARGA MÁXIMA (N):	34106,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	31,05

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	15,30	158,01%
10/01/2019	18:00:00	5,95	
10/01/2019	19:00:00	5,94	
10/01/2019	20:00:00	5,93	
10/01/2019	21:00:00	5,93	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

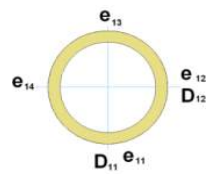
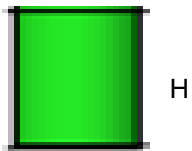
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

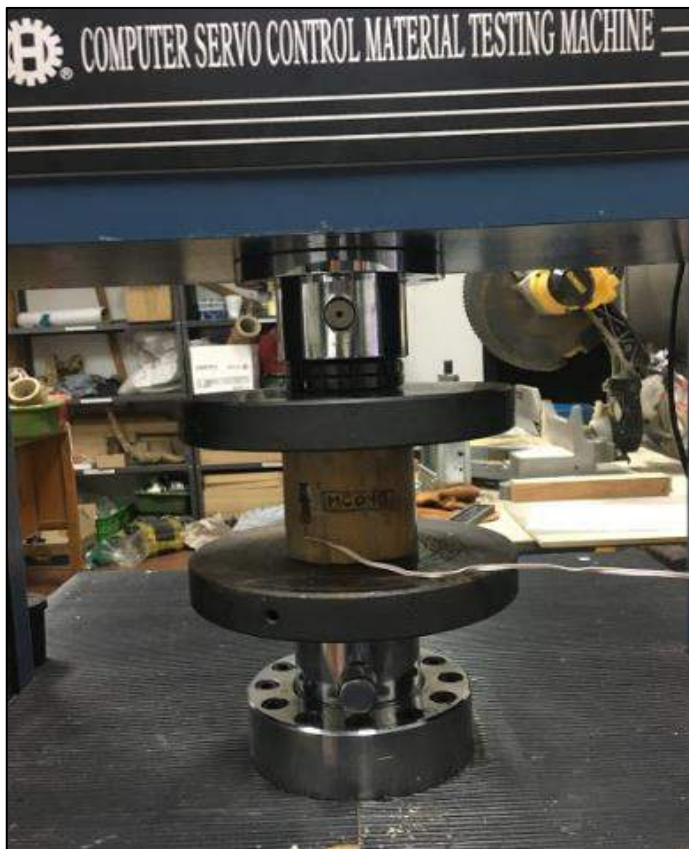
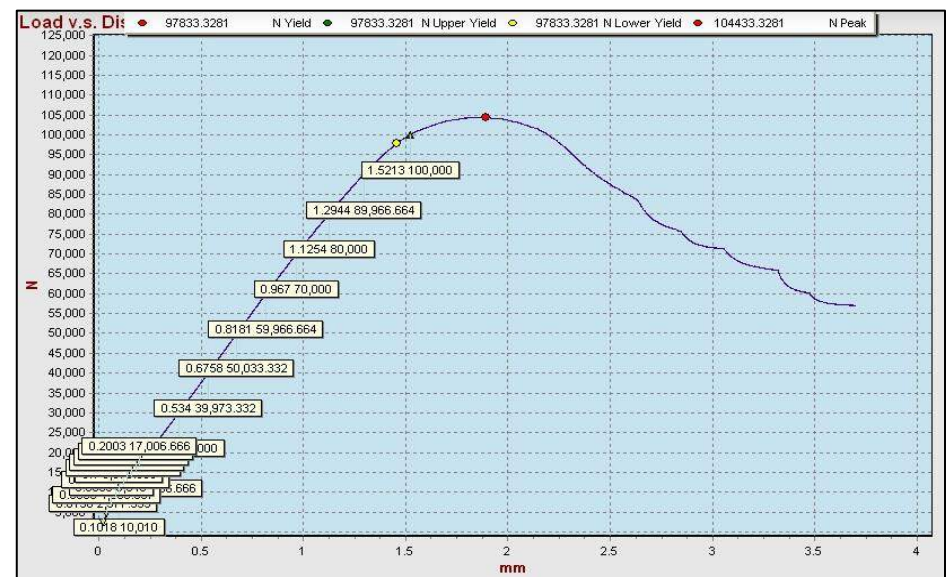
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC04B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	87,58
D2 (mm)	87,60
D3 (mm)	87,55
D4 (mm)	87,57
87,58	

Esposores	e prom.
e1 (mm)	13,190
e2 (mm)	13,170
e3 (mm)	13,210
e4 (mm)	13,190
13,190	



CARGA MÁXIMA (N):	104433,32
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	62,24

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	19,37	82,56%
10/01/2019	18:00:00	10,64	
10/01/2019	19:00:00	10,62	
10/01/2019	20:00:00	10,62	
10/01/2019	21:00:00	10,61	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

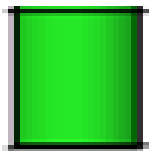
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

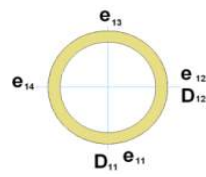
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC05B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

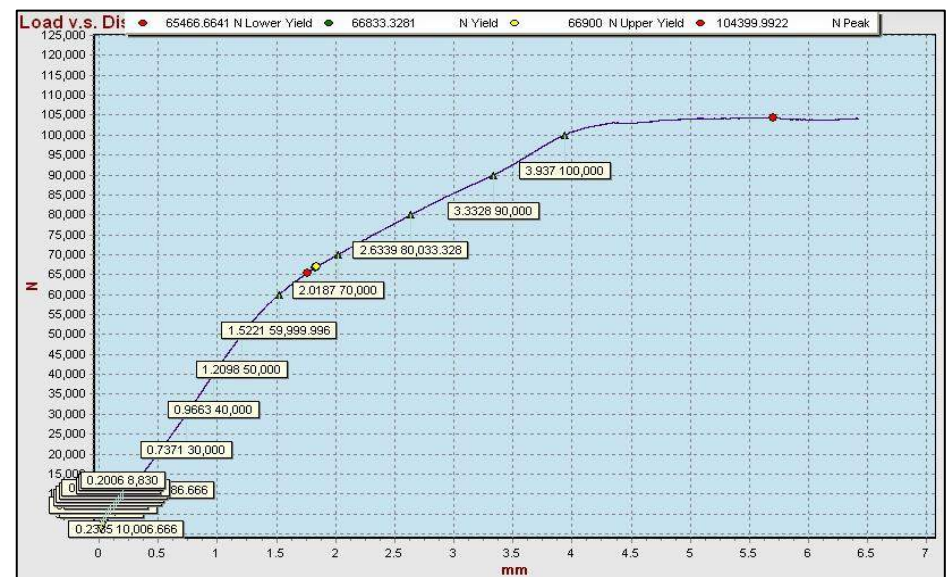


H

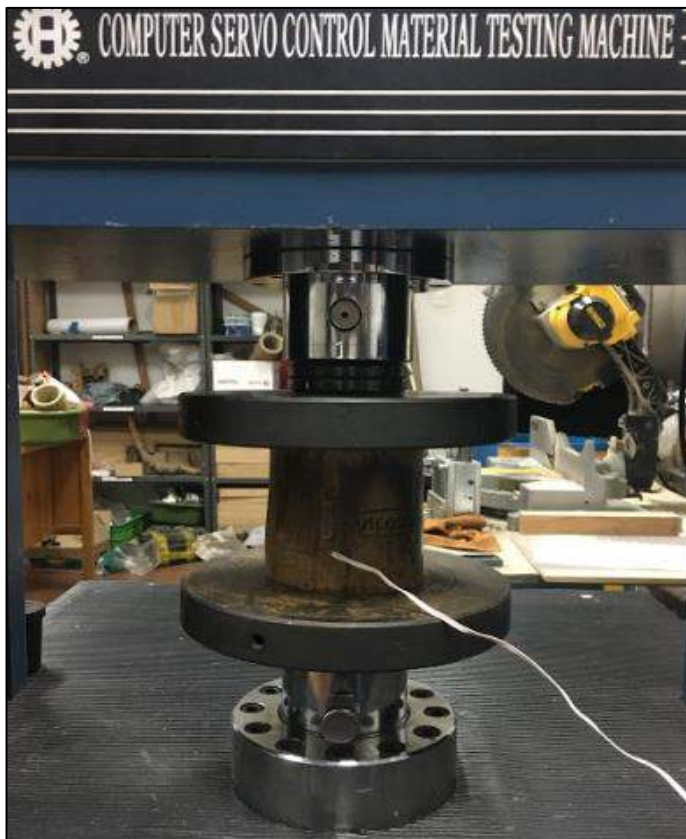


DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	87,26
D2 (mm)	87,23
D3 (mm)	87,27
D4 (mm)	87,28
87,26	

Espeores	e prom.
e1 (mm)	13,990
e2 (mm)	13,980
e3 (mm)	14,000
e4 (mm)	13,990
13,990	



CARGA MÁXIMA (N):	104399,99
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	59,19



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	15,66	102,85%
10/01/2019	18:00:00	7,74	
10/01/2019	19:00:00	7,74	
10/01/2019	20:00:00	7,73	
10/01/2019	21:00:00	7,72	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

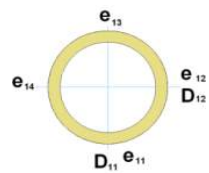
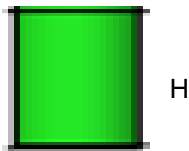
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

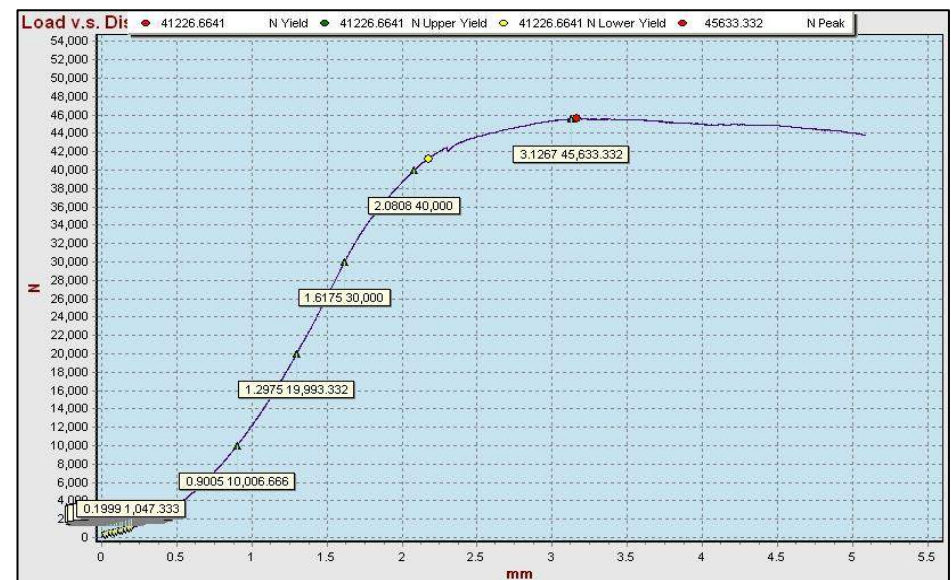
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC06B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	88,57
D2 (mm)	88,55
D3 (mm)	88,56
D4 (mm)	88,58
88,57	

Espeores	e prom.
e1 (mm)	11,070
e2 (mm)	11,060
e3 (mm)	11,080
e4 (mm)	11,070
11,070	



CARGA MÁXIMA (N):	45633,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	31,60



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	13,70	226,97%
10/01/2019	18:00:00	4,20	
10/01/2019	19:00:00	4,20	
10/01/2019	20:00:00	4,19	
10/01/2019	21:00:00	4,19	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

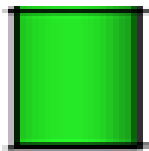
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

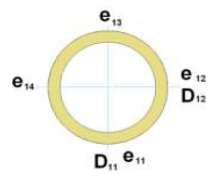
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC07B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

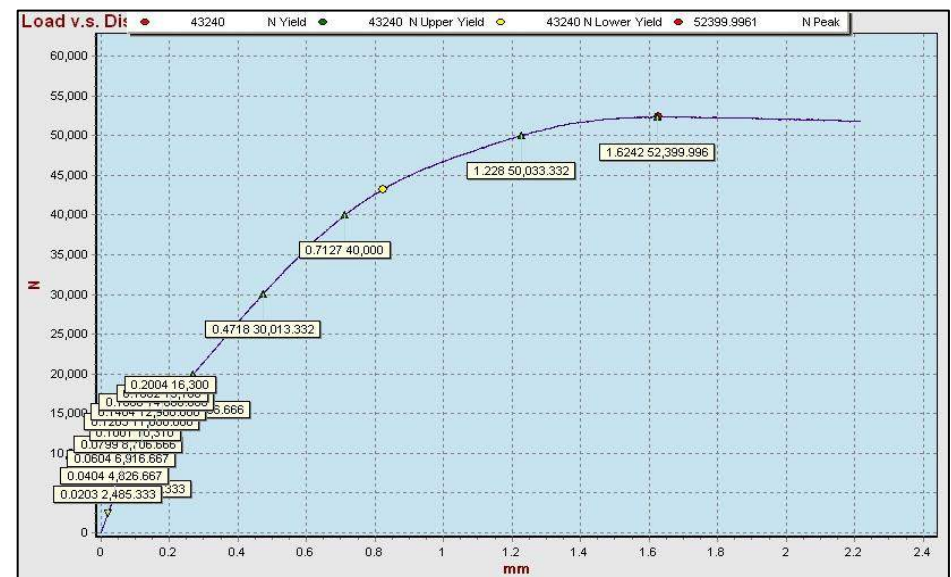


H



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	86,90
D2 (mm)	86,88
D3 (mm)	86,91
D4 (mm)	86,91
86,90	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	13,850
e2 (mm)	13,840
e3 (mm)	13,870
e4 (mm)	13,840
13,850	



CARGA MÁXIMA (N):	52399,99
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	30,12

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	21,69	134,74%
10/01/2019	18:00:00	9,26	
10/01/2019	19:00:00	9,25	
10/01/2019	20:00:00	9,24	
10/01/2019	21:00:00	9,24	

OBSERVACIONES





UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

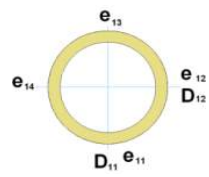
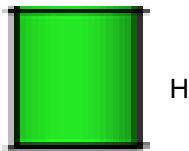
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

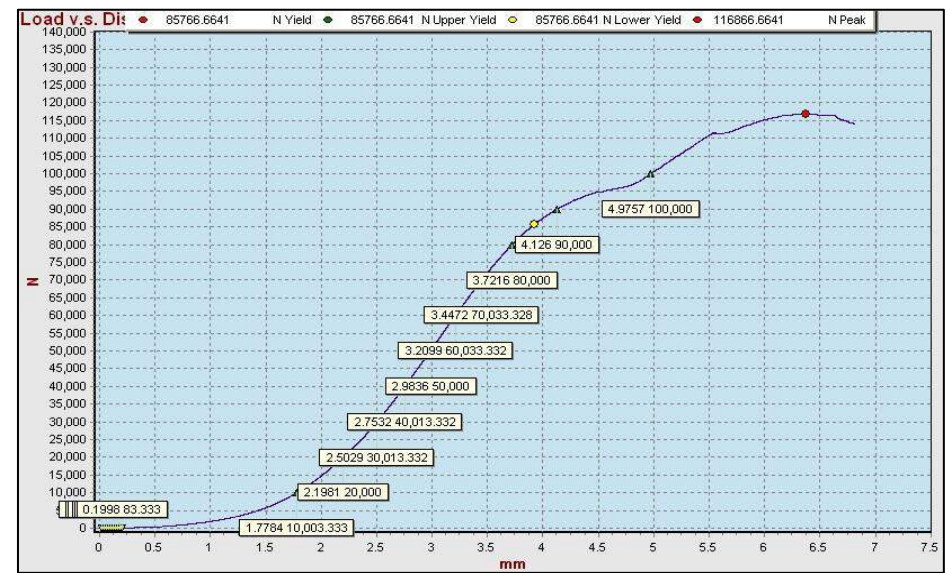
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC08B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	104,15
D2 (mm)	104,13
D3 (mm)	104,16
D4 (mm)	104,15
104,15	

Esesores	e prom.
e1 (mm)	10,230
e2 (mm)	10,260
e3 (mm)	10,240
e4 (mm)	10,190
10,230	



CARGA MÁXIMA (N):	116866,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	73,44

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	15,82	97,50%
10/01/2019	18:00:00	8,03	
10/01/2019	19:00:00	8,02	
10/01/2019	20:00:00	8,01	
10/01/2019	21:00:00	8,01	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

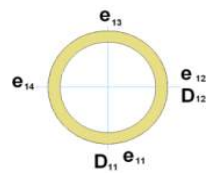
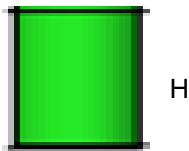
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

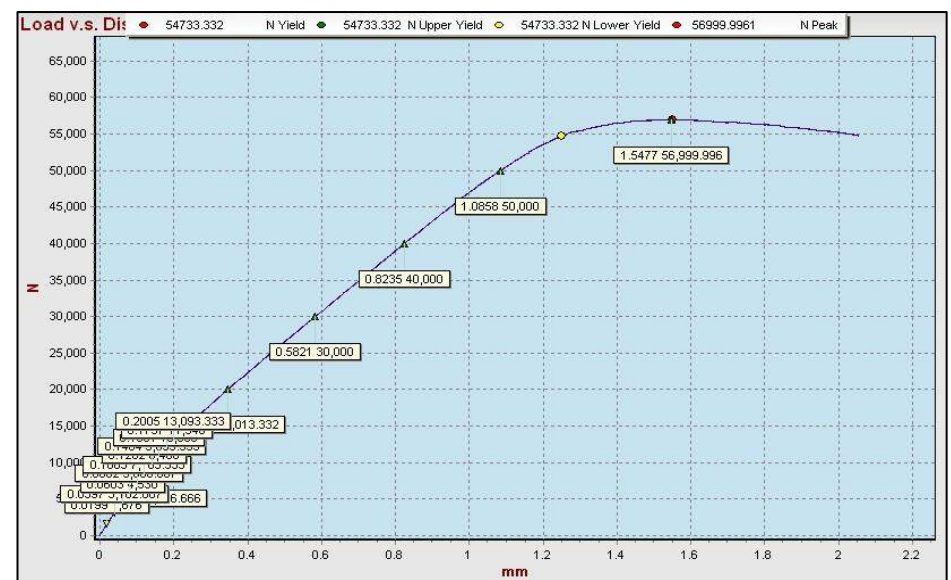
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC09B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	98,41
D2 (mm)	98,40
D3 (mm)	98,42
D4 (mm)	98,41
98,41	

Esesores	e prom.
e1 (mm)	14,310
e2 (mm)	14,330
e3 (mm)	14,320
e4 (mm)	14,280
14,310	



CARGA MÁXIMA (N):	56999,99
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	27,79



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	21,90	142,79%
10/01/2019	18:00:00	9,04	
10/01/2019	19:00:00	9,03	
10/01/2019	20:00:00	9,02	
10/01/2019	21:00:00	9,02	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

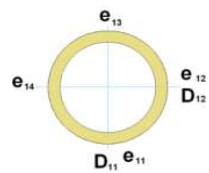
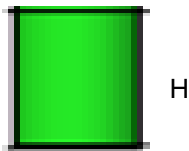
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

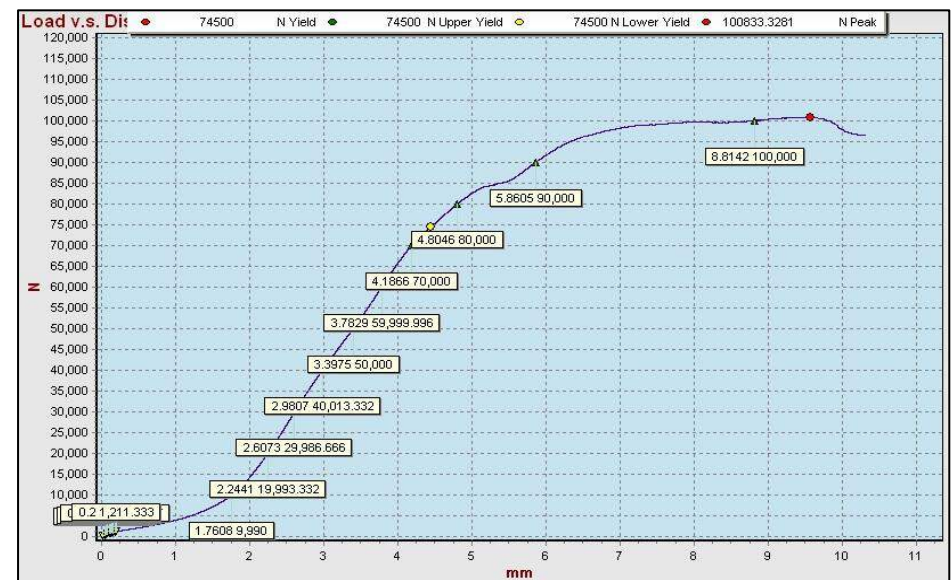
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC10B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	102,32
D2 (mm)	102,34
D3 (mm)	102,33
D4 (mm)	102,29
102,32	

Espeores	e prom.
e1 (mm)	12,930
e2 (mm)	12,900
e3 (mm)	12,950
e4 (mm)	12,940
12,930	



CARGA MÁXIMA (N):	100833,32
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	51,79

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	16,08	133,38%
10/01/2019	18:00:00	6,90	
10/01/2019	19:00:00	6,90	
10/01/2019	20:00:00	6,89	
10/01/2019	21:00:00	6,89	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

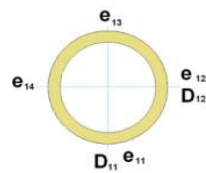
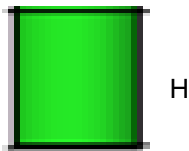
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

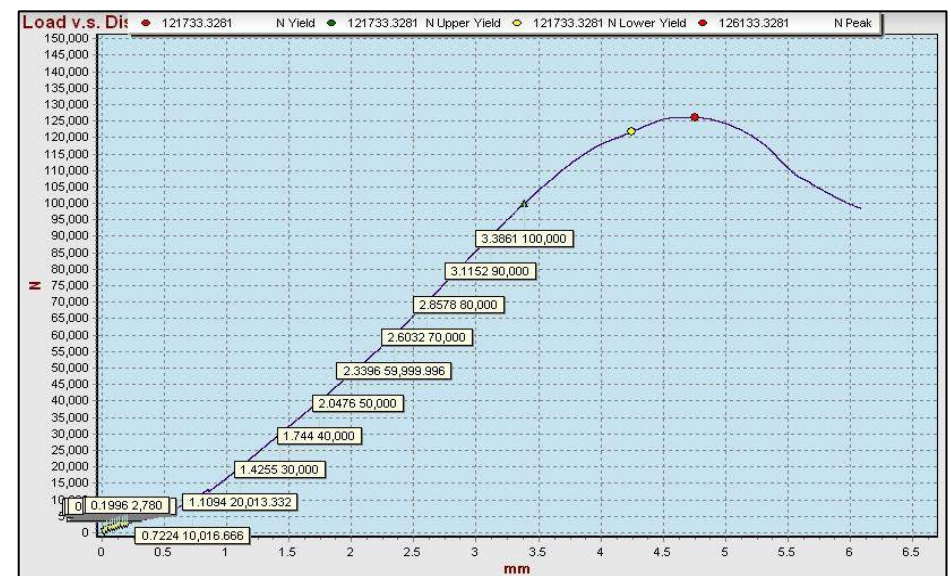
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC11B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	102,13
D2 (mm)	102,12
D3 (mm)	102,15
D4 (mm)	102,11
102,13	

Espeores	e prom.
e1 (mm)	11,120
e2 (mm)	11,100
e3 (mm)	11,110
e4 (mm)	11,150
11,120	



CARGA MÁXIMA (N):	126133,32
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	74,78

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	17,60	84,68%
10/01/2019	18:00:00	9,54	
10/01/2019	19:00:00	9,54	
10/01/2019	20:00:00	9,53	
10/01/2019	21:00:00	9,53	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

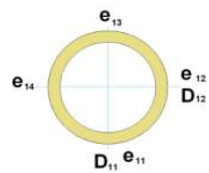
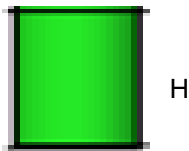
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

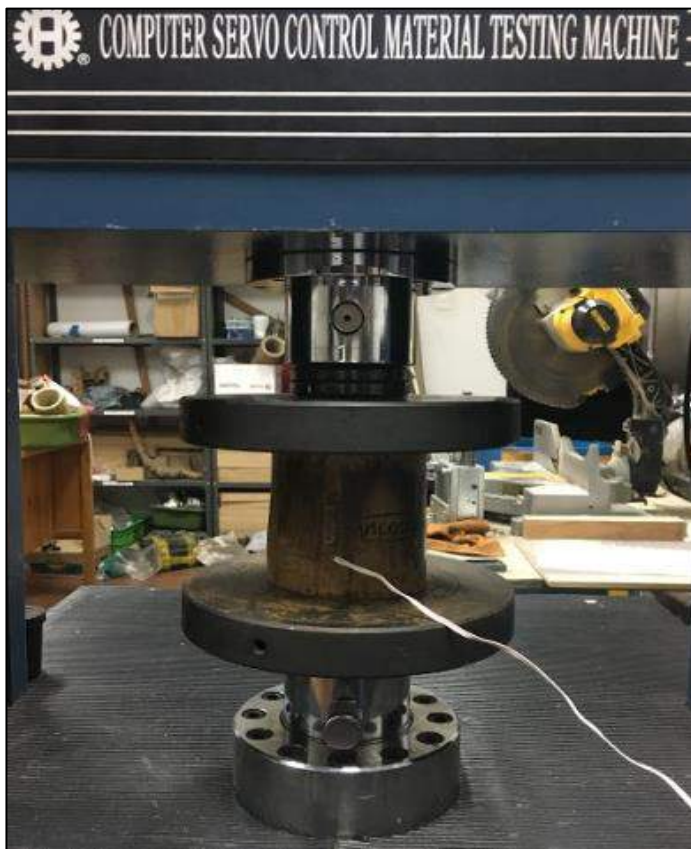
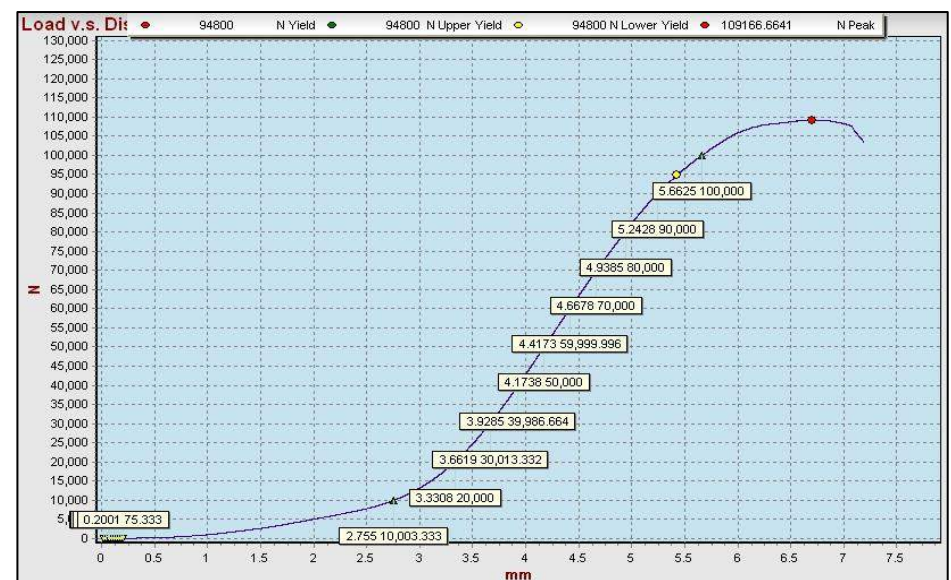
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC12B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	106,34
D2 (mm)	106,33
D3 (mm)	106,33
D4 (mm)	106,36
106,34	

Esposores	e prom.
e1 (mm)	9,640
e2 (mm)	9,660
e3 (mm)	9,650
e4 (mm)	9,610
9,640	



CARGA MÁXIMA (N):	109166,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	71,01

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	10,56	101,53%
10/01/2019	18:00:00	5,25	
10/01/2019	19:00:00	5,25	
10/01/2019	20:00:00	5,24	
10/01/2019	21:00:00	5,24	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

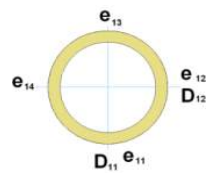
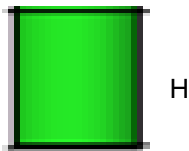
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

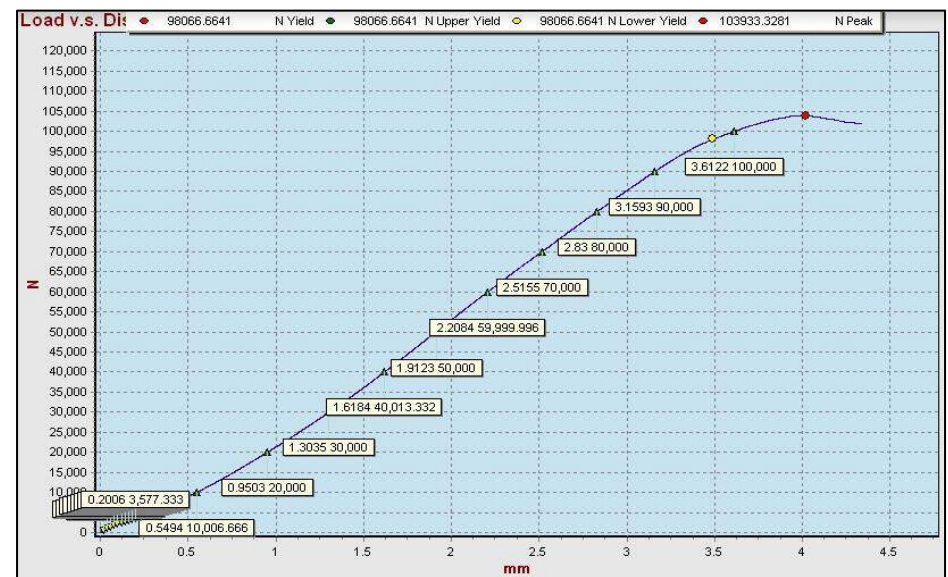
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC01M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	10/01/2019

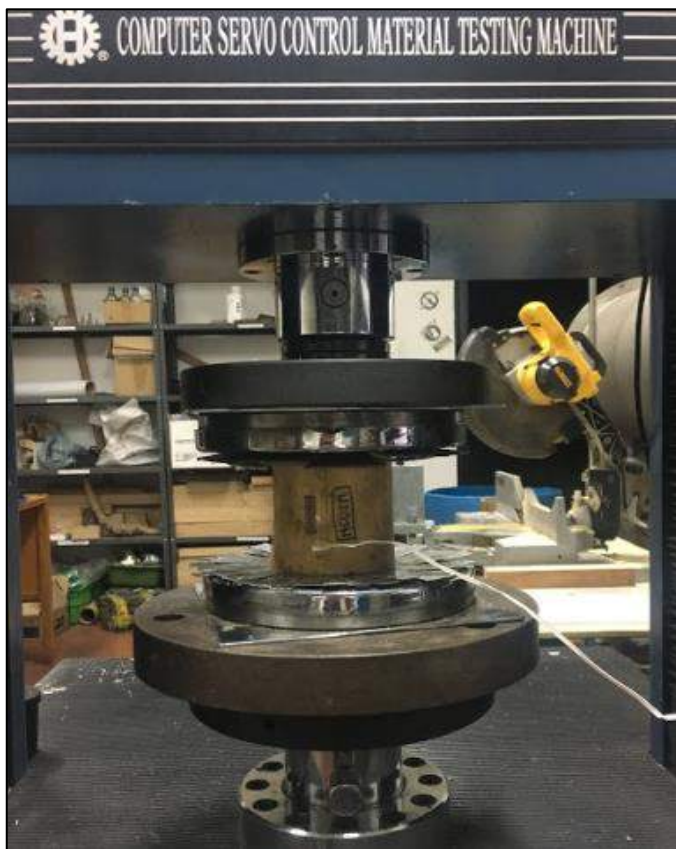


DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	94,37
D2 (mm)	94,36
D3 (mm)	94,36
D4 (mm)	94,39
94,37	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	7,860
e2 (mm)	7,840
e3 (mm)	7,880
e4 (mm)	7,860
7,860	



CARGA MÁXIMA (N):	103933,32
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	93,08



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
10/01/2019	18:00:00	18,35	70,70%
11/01/2019	18:00:00	10,77	
11/01/2019	19:00:00	10,76	
11/01/2019	20:00:00	10,75	
11/01/2019	21:00:00	10,75	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

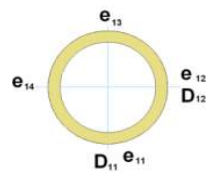
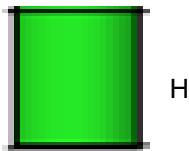
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

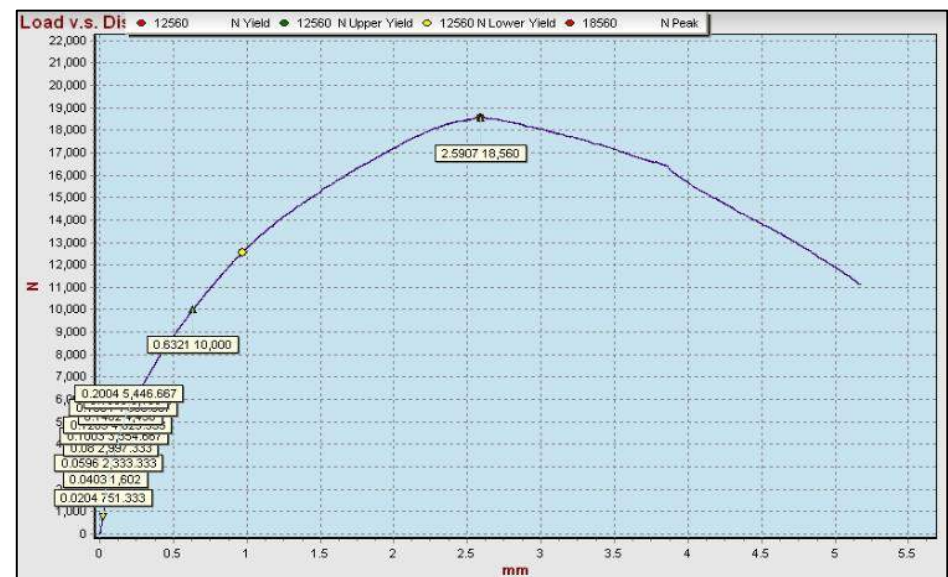
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC02M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	10/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	91,66
D2 (mm)	91,64
D3 (mm)	91,65
D4 (mm)	91,69
91,66	

Esposores	e prom.
e1 (mm)	9,050
e2 (mm)	9,040
e3 (mm)	9,030
e4 (mm)	9,080
9,050	



CARGA MÁXIMA (N):	18560,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	14,98

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
10/01/2019	18:00:00	14,54	174,34%
11/01/2019	18:00:00	5,32	
11/01/2019	19:00:00	5,31	
11/01/2019	20:00:00	5,30	
11/01/2019	21:00:00	5,30	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

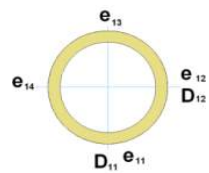
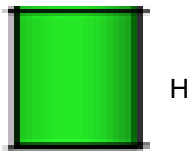
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

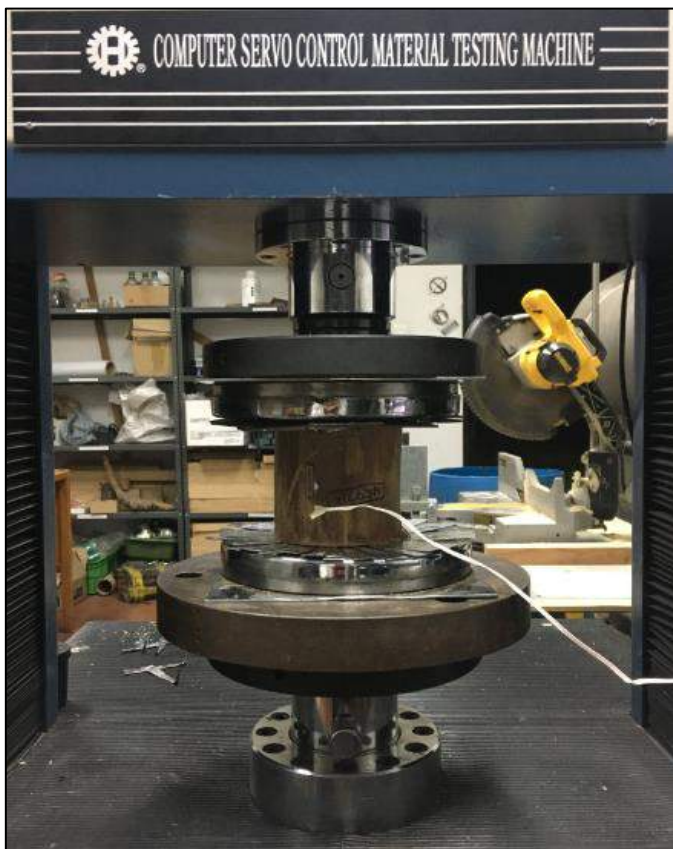
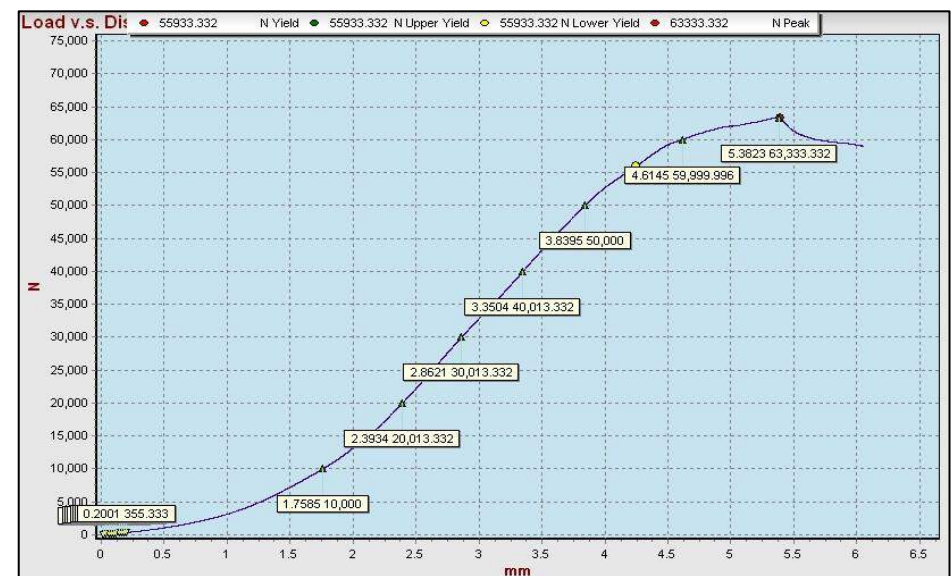
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC03M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	10/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	106,44
D2 (mm)	106,42
D3 (mm)	106,45
D4 (mm)	106,45
106,44	

Espeores	e prom.
e1 (mm)	9,710
e2 (mm)	9,740
e3 (mm)	9,690
e4 (mm)	9,700
9,710	



CARGA MÁXIMA (N):	63333,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	40,88

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
10/01/2019	18:00:00	20,72	135,19%
11/01/2019	18:00:00	8,83	
11/01/2019	19:00:00	8,83	
11/01/2019	20:00:00	8,82	
11/01/2019	21:00:00	8,81	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

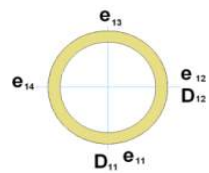
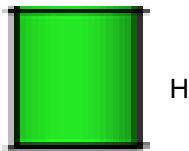
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

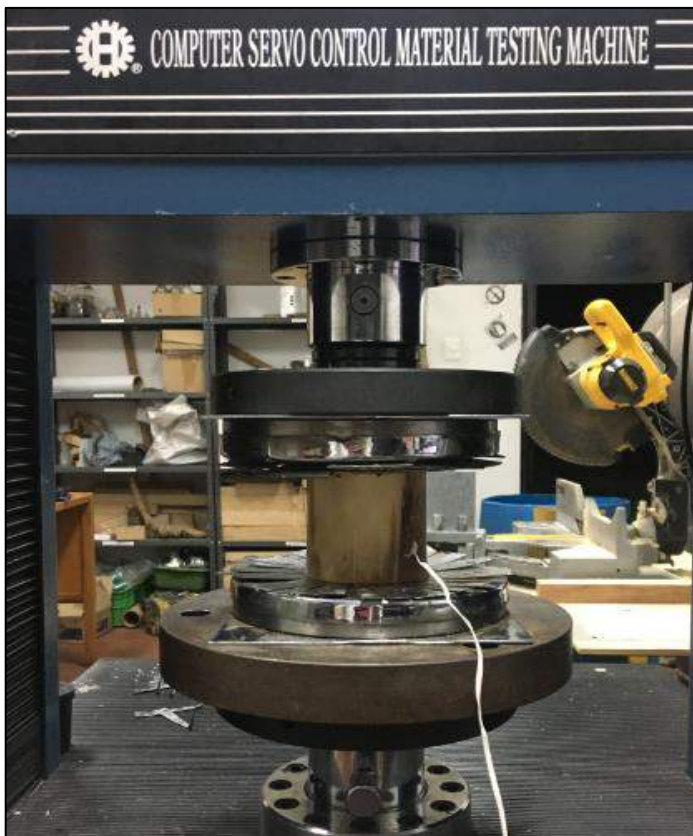
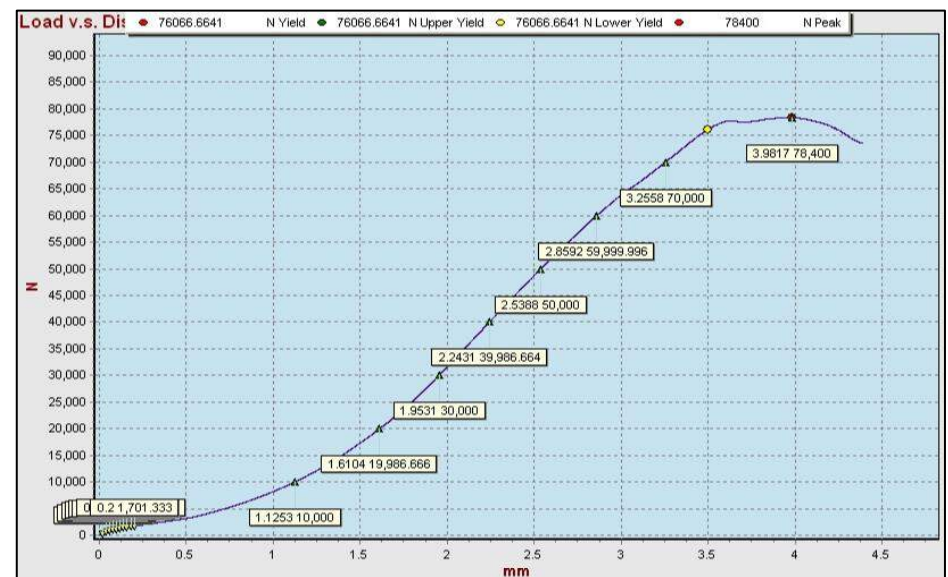
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC04M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	10/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	88,37
D2 (mm)	88,35
D3 (mm)	88,36
D4 (mm)	88,40
88,37	

Espeores	e prom.
e1 (mm)	7,290
e2 (mm)	7,300
e3 (mm)	7,290
e4 (mm)	7,280
7,290	



CARGA MÁXIMA (N):	78400,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	80,81

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
10/01/2019	18:00:00	17,51	75,80%
11/01/2019	18:00:00	9,98	
11/01/2019	19:00:00	9,97	
11/01/2019	20:00:00	9,96	
11/01/2019	21:00:00	9,96	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

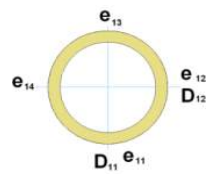
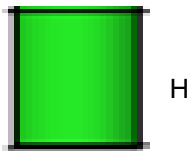
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

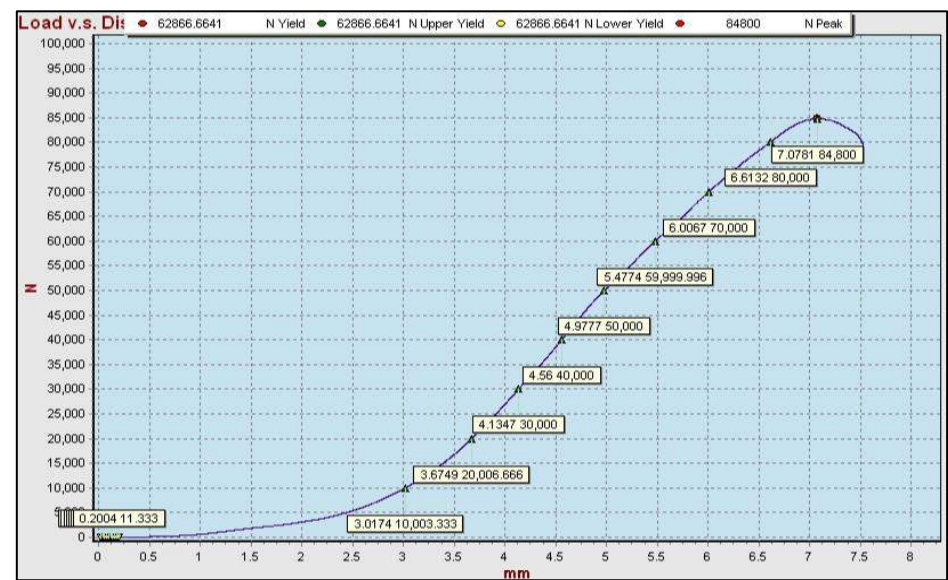
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC05M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	10/01/2019

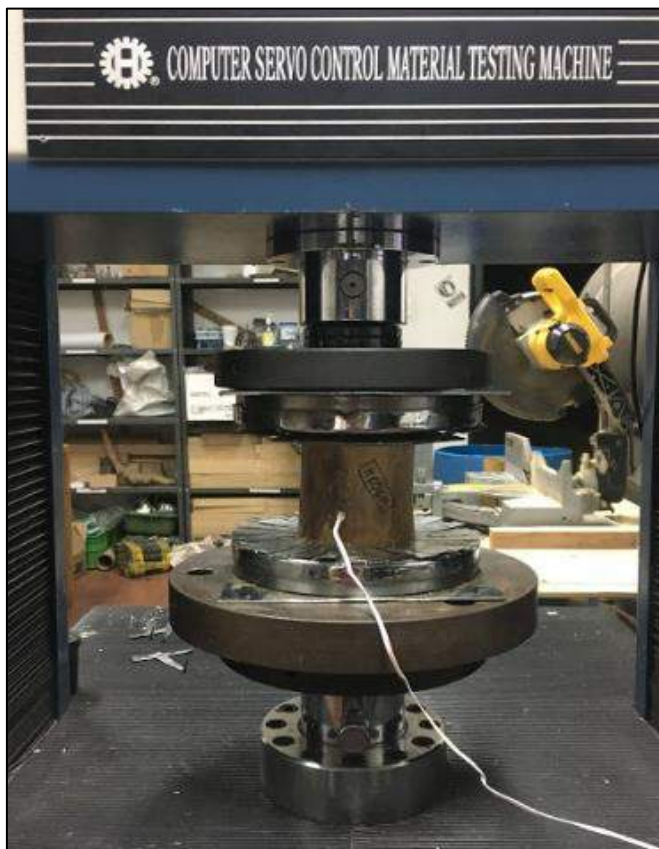


DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	96,40
D2 (mm)	96,38
D3 (mm)	96,39
D4 (mm)	96,42
96,40	

Espeores	e prom.
e1 (mm)	7,850
e2 (mm)	7,860
e3 (mm)	7,830
e4 (mm)	7,860
7,850	



CARGA MÁXIMA (N):	84800,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	74,37



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
10/01/2019	18:00:00	15,87	71,57%
11/01/2019	18:00:00	9,27	
11/01/2019	19:00:00	9,26	
11/01/2019	20:00:00	9,26	
11/01/2019	21:00:00	9,25	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

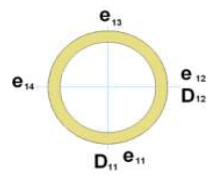
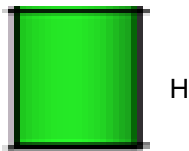
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

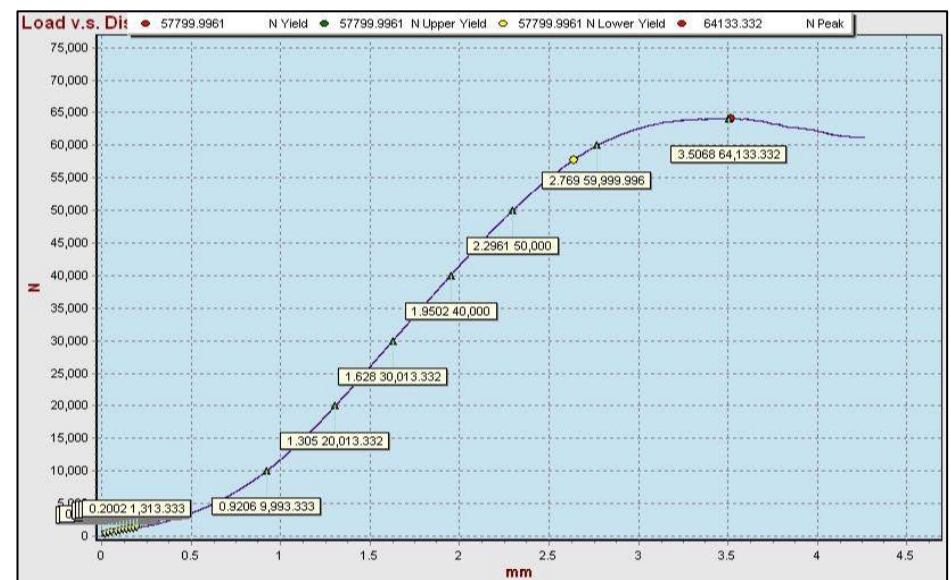
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC06M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	10/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	98,84
D2 (mm)	98,84
D3 (mm)	98,82
D4 (mm)	98,86
98,84	

Espeores	e prom.
e1 (mm)	9,150
e2 (mm)	9,170
e3 (mm)	9,140
e4 (mm)	9,140
9,150	



CARGA MÁXIMA (N):	64133,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	47,34



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
10/01/2019	18:00:00	12,60	151,50%
11/01/2019	18:00:00	5,03	
11/01/2019	19:00:00	5,02	
11/01/2019	20:00:00	5,02	
11/01/2019	21:00:00	5,01	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

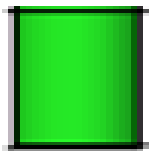
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

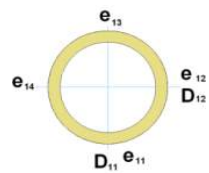
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC07M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	10/01/2019

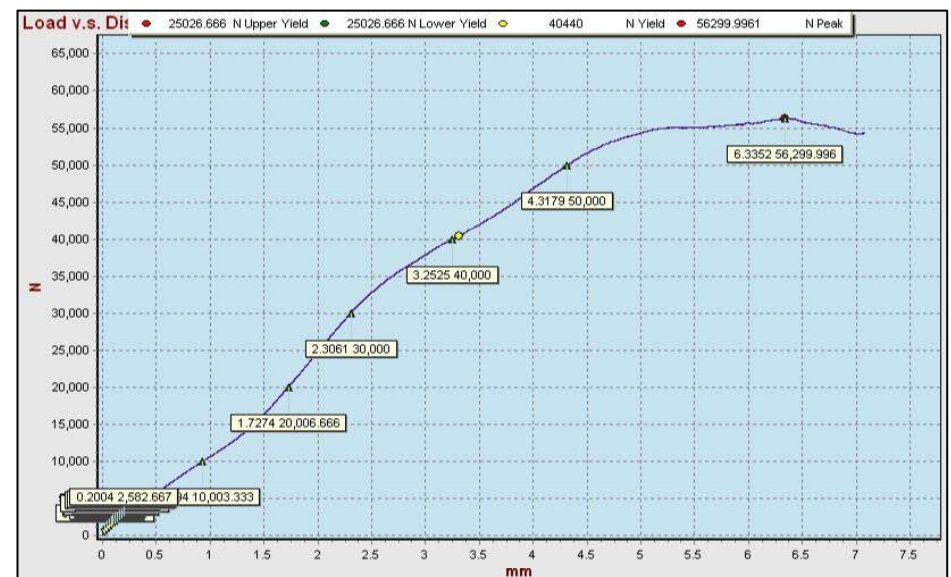


H



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	98,96
D2 (mm)	98,94
D3 (mm)	98,95
D4 (mm)	98,99
98,96	

Espeores	e prom.
e1 (mm)	7,550
e2 (mm)	7,530
e3 (mm)	7,580
e4 (mm)	7,540
7,550	



CARGA MÁXIMA (N):	56299,99
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	49,87



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
10/01/2019	18:00:00	14,38	145,81%
11/01/2019	18:00:00	5,87	
11/01/2019	19:00:00	5,86	
11/01/2019	20:00:00	5,85	
11/01/2019	21:00:00	5,85	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

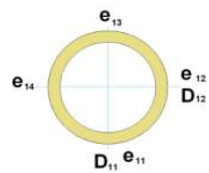
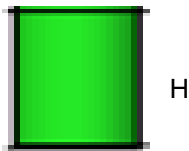
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

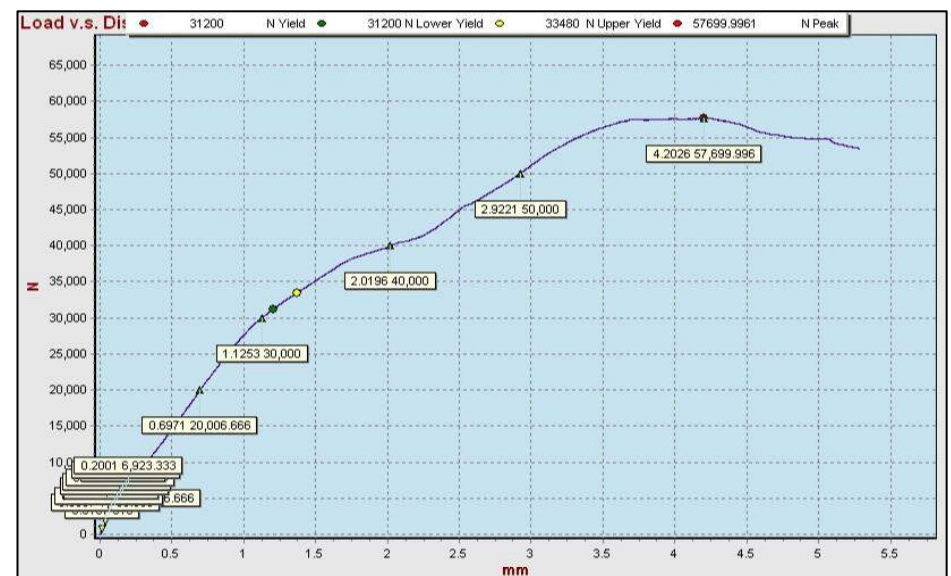
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC08M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	10/01/2019

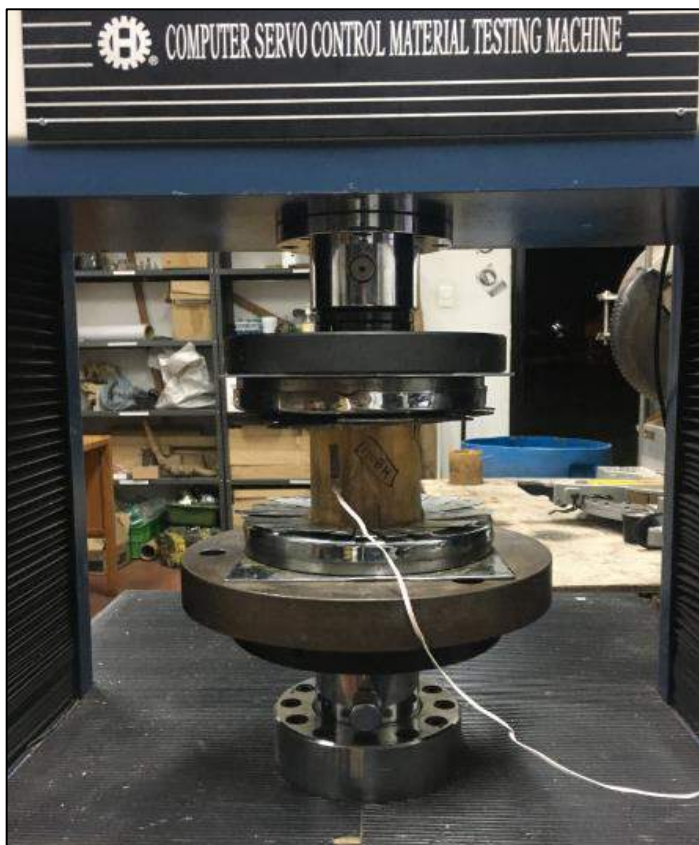


DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	89,54
D2 (mm)	89,52
D3 (mm)	89,56
D4 (mm)	89,54
89,54	

Esesores	e prom.
e1 (mm)	9,520
e2 (mm)	9,530
e3 (mm)	9,530
e4 (mm)	9,500
9,520	



CARGA MÁXIMA (N):	57699,99
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	45,51



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
10/01/2019	18:00:00	15,61	122,68%
11/01/2019	18:00:00	7,03	
11/01/2019	19:00:00	7,02	
11/01/2019	20:00:00	7,01	
11/01/2019	21:00:00	7,01	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

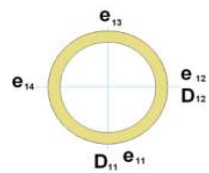
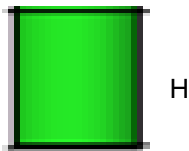
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

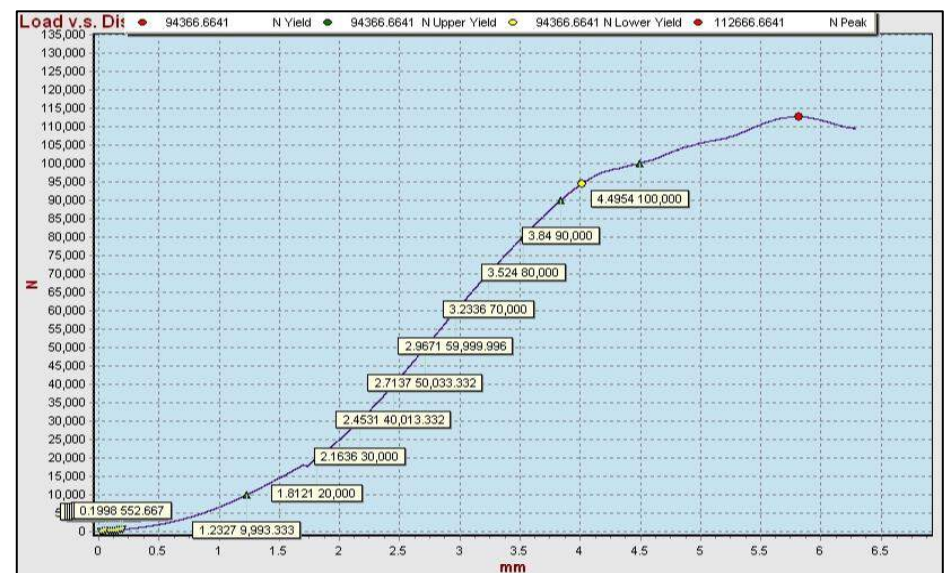
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC09M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	10/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	99,90
D2 (mm)	99,88
D3 (mm)	99,91
D4 (mm)	99,91
99,90	

Espeores	e prom.
e1 (mm)	11,670
e2 (mm)	11,700
e3 (mm)	11,650
e4 (mm)	11,660
11,670	



CARGA MÁXIMA (N):	112666,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa) :	65,34

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
10/01/2019	18:00:00	16,65	103,05%
11/01/2019	18:00:00	8,22	
11/01/2019	19:00:00	8,21	
11/01/2019	20:00:00	8,21	
11/01/2019	21:00:00	8,20	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

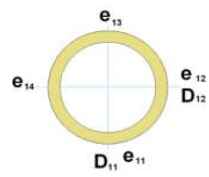
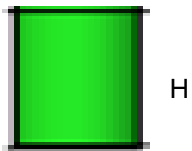
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

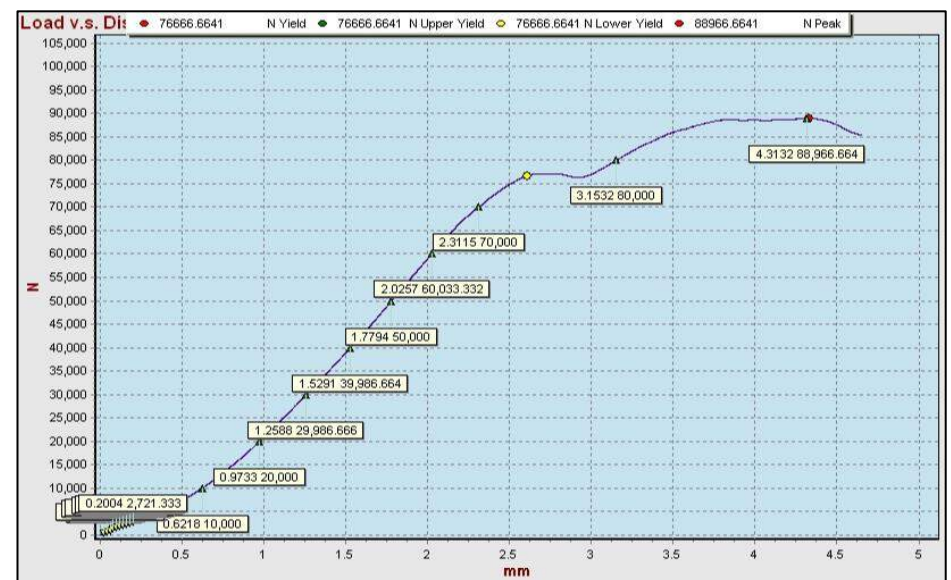
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC10M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	10/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	106,09
D2 (mm)	106,11
D3 (mm)	106,08
D4 (mm)	106,09
106,09	

Esposores	e prom.
e1 (mm)	8,420
e2 (mm)	8,430
e3 (mm)	8,430
e4 (mm)	8,400
8,420	



CARGA MÁXIMA (N):	88966,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	66,02



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
10/01/2019	18:00:00	12,74	89,58%
11/01/2019	18:00:00	6,74	
11/01/2019	19:00:00	6,73	
11/01/2019	20:00:00	6,73	
11/01/2019	21:00:00	6,72	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

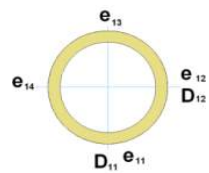
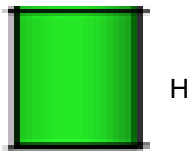
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

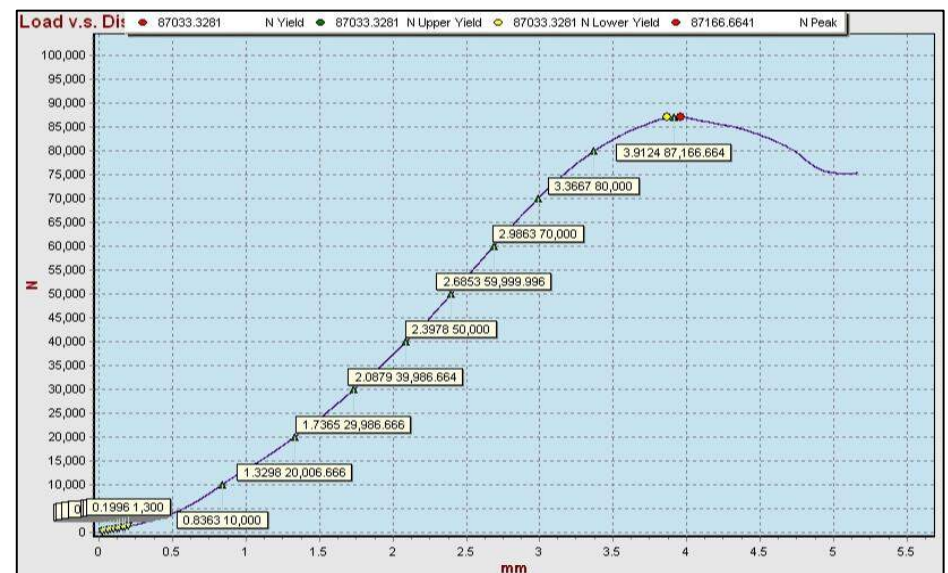
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC11M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	10/01/2019

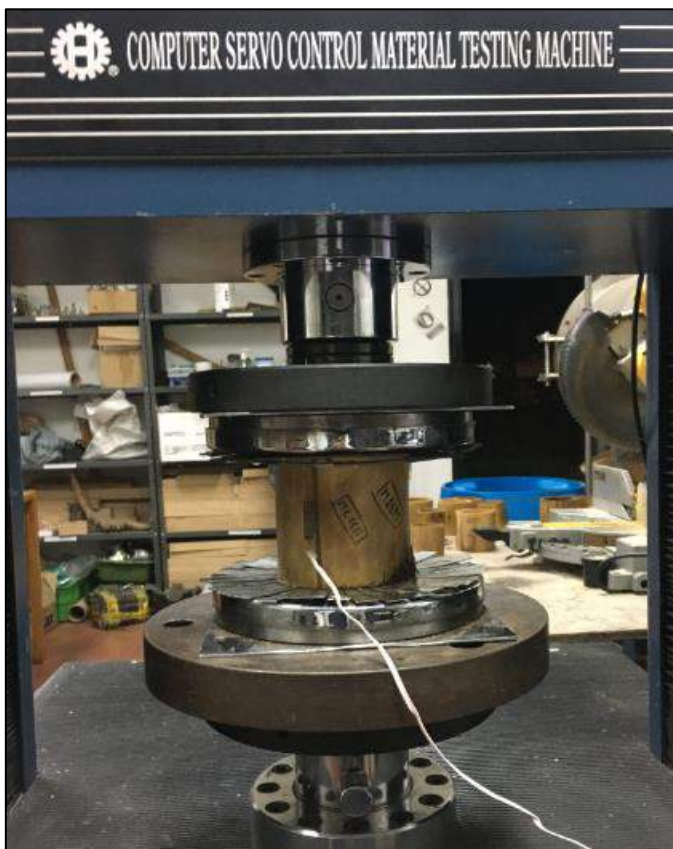


DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	107,00
D2 (mm)	107,02
D3 (mm)	107,03
D4 (mm)	106,95
107,00	

Esposores	e prom.
e1 (mm)	10,520
e2 (mm)	10,550
e3 (mm)	10,500
e4 (mm)	10,510
10,520	



CARGA MÁXIMA (N):	87166,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	51,85



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
10/01/2019	18:00:00	10,32	128,32%
11/01/2019	18:00:00	4,54	
11/01/2019	19:00:00	4,53	
11/01/2019	20:00:00	4,52	
11/01/2019	21:00:00	4,52	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

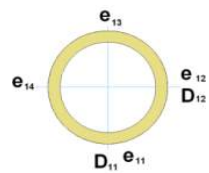
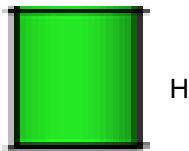
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

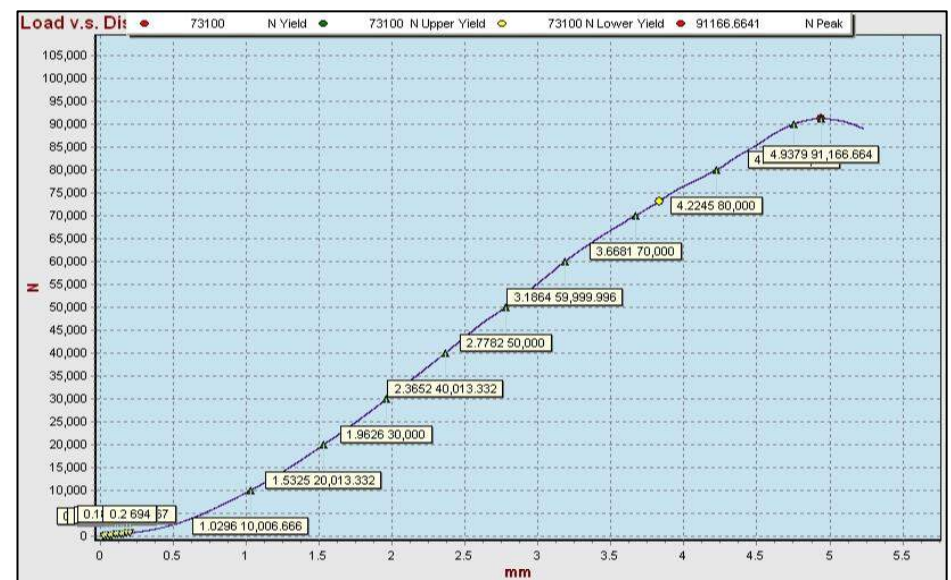
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC12M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	10/01/2019

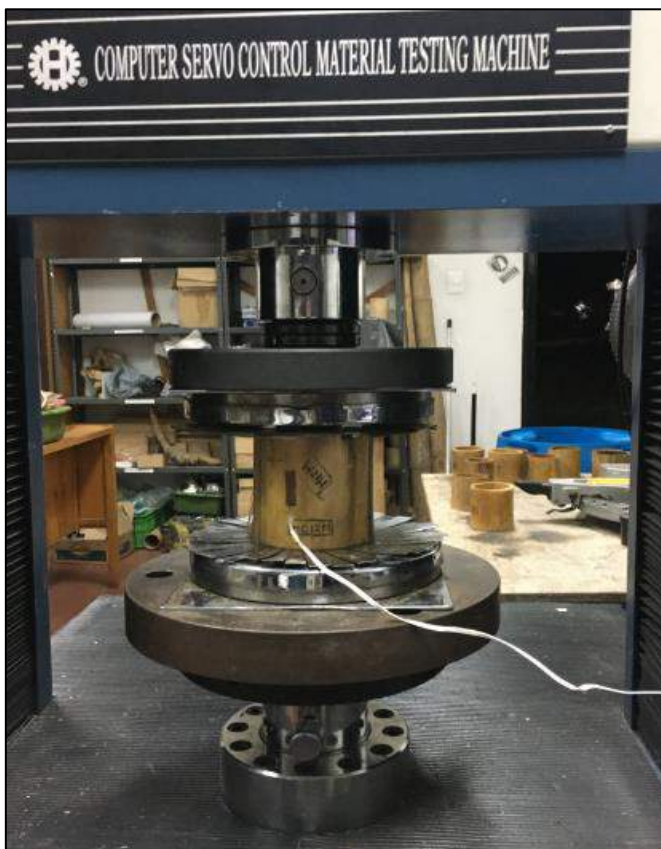


DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	100,55
D2 (mm)	100,53
D3 (mm)	100,56
D4 (mm)	100,56
100,55	

Esposores	e prom.
e1 (mm)	8,230
e2 (mm)	8,250
e3 (mm)	8,240
e4 (mm)	8,200
8,230	



CARGA MÁXIMA (N):	91166,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	73,13



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
10/01/2019	18:00:00	9,24	89,73%
11/01/2019	18:00:00	4,89	
11/01/2019	19:00:00	4,88	
11/01/2019	20:00:00	4,87	
11/01/2019	21:00:00	4,87	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

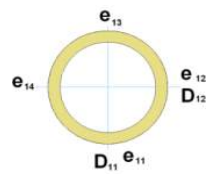
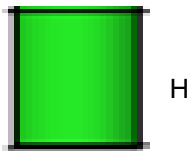
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

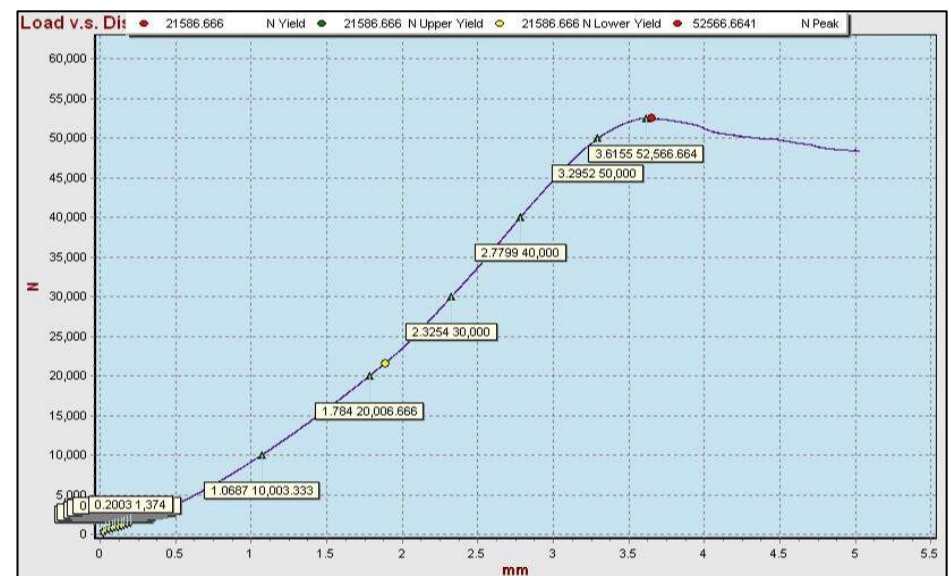
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC01S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	11/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	94,93
D2 (mm)	94,92
D3 (mm)	94,94
D4 (mm)	94,93
94,93	

Esesores	e prom.
e1 (mm)	7,450
e2 (mm)	7,440
e3 (mm)	7,470
e4 (mm)	7,440
7,450	



CARGA MÁXIMA (N):	52566,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	49,25



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
11/01/2019	18:00:00	10,38	139,72%
12/01/2019	18:00:00	4,35	
12/01/2019	19:00:00	4,34	
12/01/2019	20:00:00	4,33	
12/01/2019	21:00:00	4,33	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

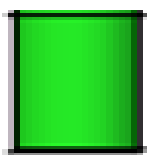
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

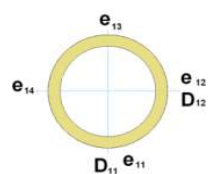
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC02S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	11/01/2019

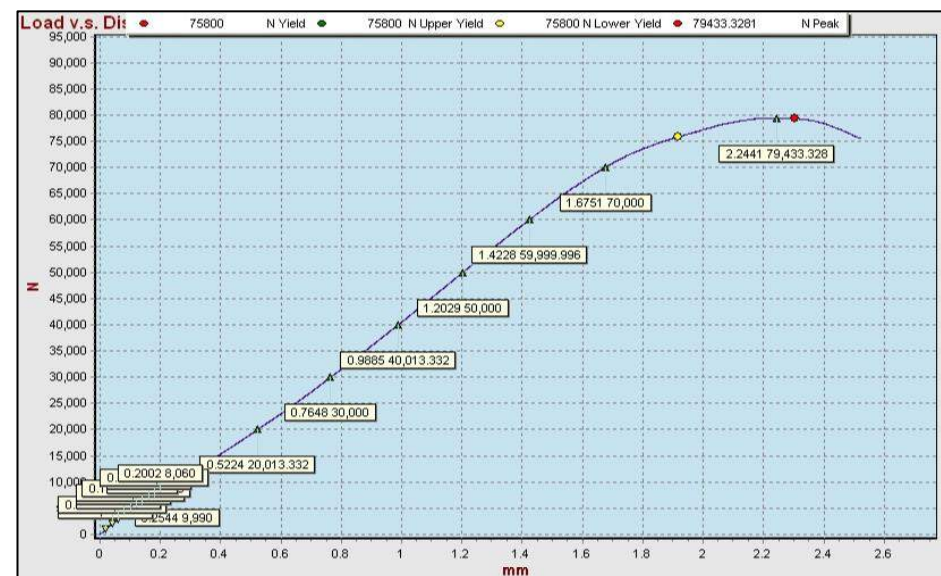


H



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	98,14
D2 (mm)	98,15
D3 (mm)	98,16
D4 (mm)	98,11
98,14	

Esesores	e prom.
e1 (mm)	7,430
e2 (mm)	7,440
e3 (mm)	7,410
e4 (mm)	7,440
7,430	



CARGA MÁXIMA (N):	79433,32
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	72,08

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
11/01/2019	18:00:00	17,84	76,28%
12/01/2019	18:00:00	10,14	
12/01/2019	19:00:00	10,13	
12/01/2019	20:00:00	10,12	
12/01/2019	21:00:00	10,12	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

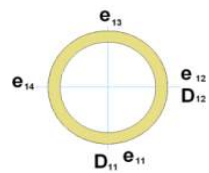
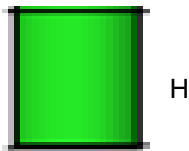
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

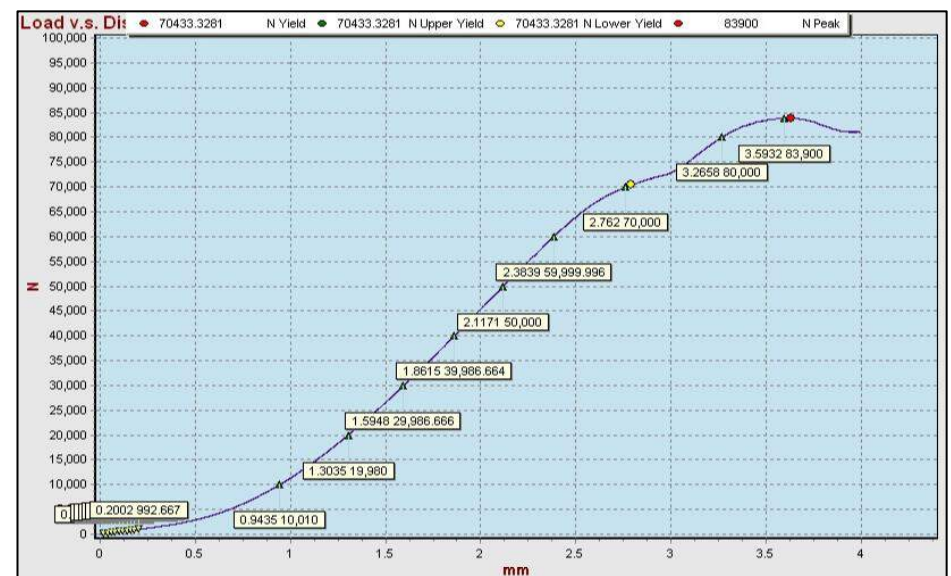
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC03S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	11/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	96,54
D2 (mm)	96,56
D3 (mm)	96,53
D4 (mm)	96,53
96,54	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	8,460
e2 (mm)	8,470
e3 (mm)	8,450
e4 (mm)	8,460
8,460	



CARGA MÁXIMA (N):	83900,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa) :	68,39



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
11/01/2019	18:00:00	9,57	99,38%
12/01/2019	18:00:00	4,82	
12/01/2019	19:00:00	4,81	
12/01/2019	20:00:00	4,80	
12/01/2019	21:00:00	4,80	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

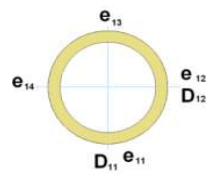
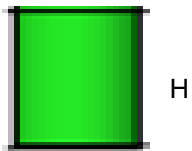
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

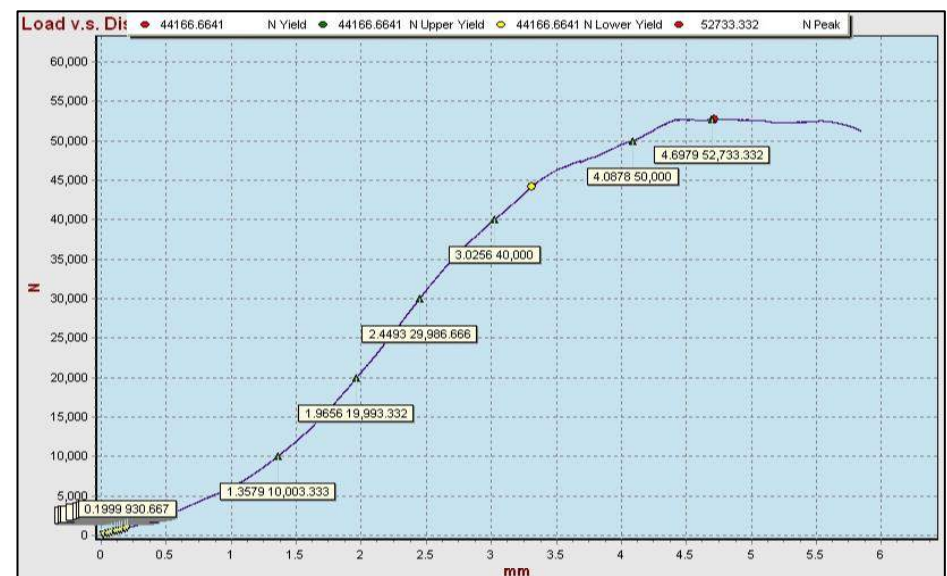
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC04S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	11/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	93,77
D2 (mm)	93,78
D3 (mm)	93,76
D4 (mm)	93,77

Espeores	e prom.
e1 (mm)	7,790
e2 (mm)	7,800
e3 (mm)	7,790
e4 (mm)	7,780



CARGA MÁXIMA (N):	52733,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	47,95



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
11/01/2019	18:00:00	10,62	154,68%
12/01/2019	18:00:00	4,19	
12/01/2019	19:00:00	4,18	
12/01/2019	20:00:00	4,17	
12/01/2019	21:00:00	4,17	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

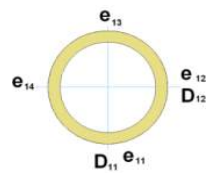
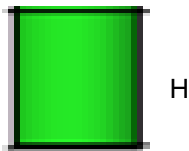
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

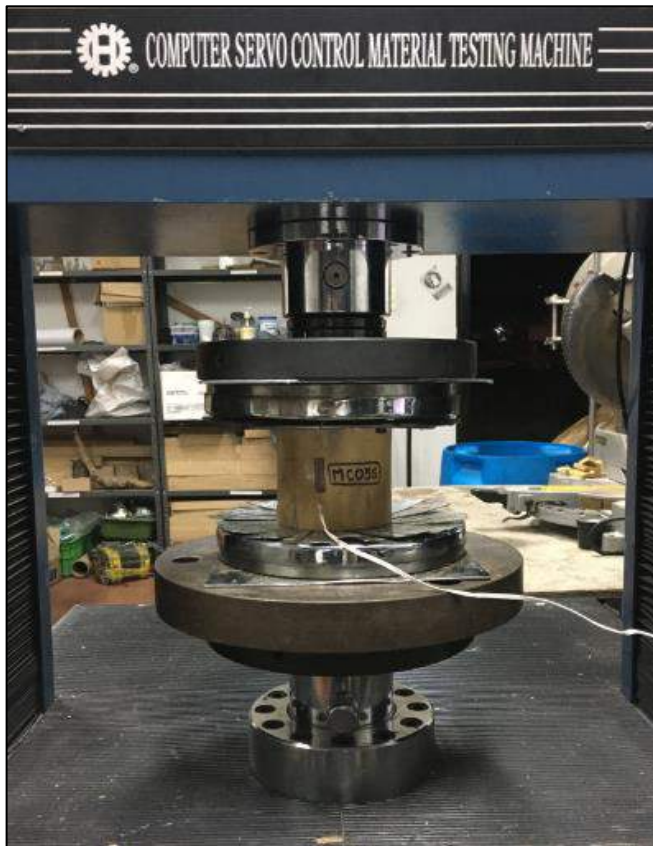
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC05S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	11/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	92,32
D2 (mm)	92,33
D3 (mm)	92,34
D4 (mm)	92,30
92,32	

Espeores	e prom.
e1 (mm)	8,020
e2 (mm)	
e3 (mm)	
e4 (mm)	
8,020	



CARGA MÁXIMA (N):	23666,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	21,27

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
11/01/2019	18:00:00	9,27	172,65%
12/01/2019	18:00:00	3,42	
12/01/2019	19:00:00	3,41	
12/01/2019	20:00:00	3,40	
12/01/2019	21:00:00	3,40	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

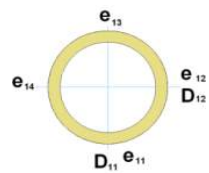
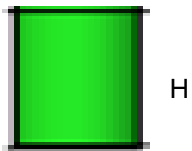
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

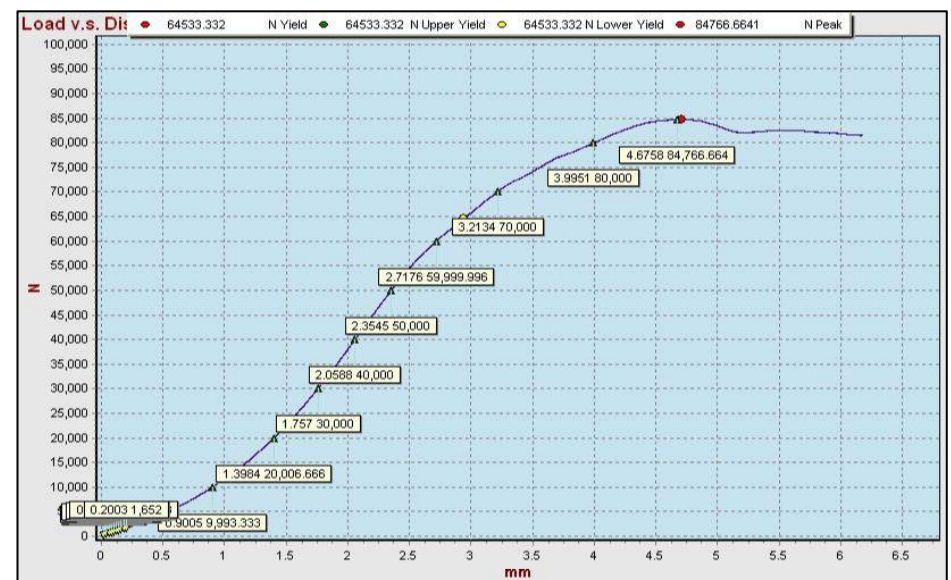
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC06S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	11/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	85,52
D2 (mm)	85,53
D3 (mm)	85,54
D4 (mm)	85,50
85,52	

Espeores	e prom.
e1 (mm)	7,020
e2 (mm)	7,050
e3 (mm)	7,010
e4 (mm)	7,000
7,020	



CARGA MÁXIMA (N):	84766,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	93,73

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
11/01/2019	18:00:00	12,58	80,23%
12/01/2019	18:00:00	6,99	
12/01/2019	19:00:00	6,99	
12/01/2019	20:00:00	6,98	
12/01/2019	21:00:00	6,98	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

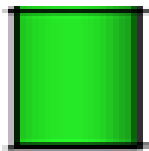
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

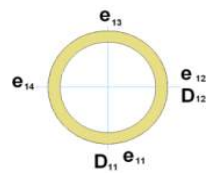
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC07S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	11/01/2019

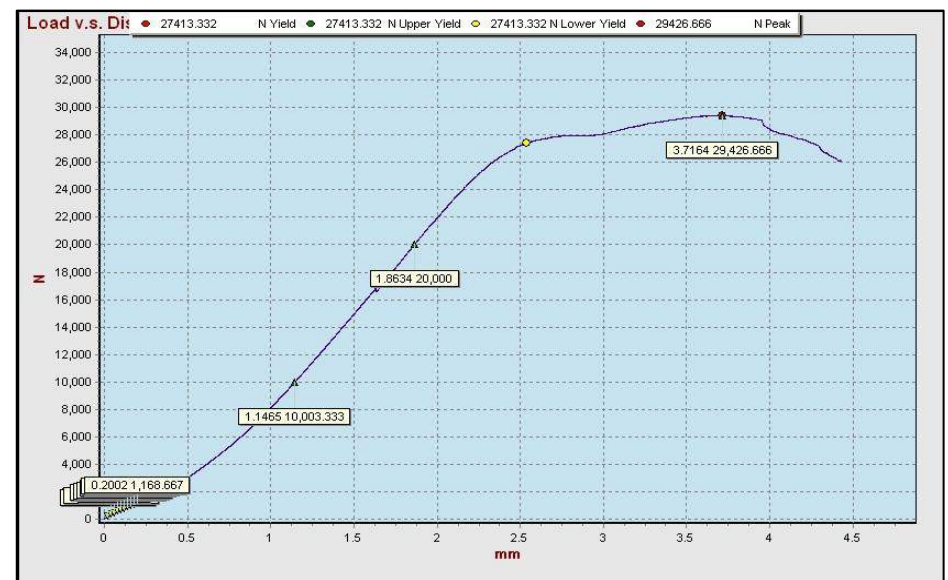


H



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	82,08
D2 (mm)	82,02
D3 (mm)	82,06
D4 (mm)	82,16
82,08	

Esesores	e prom.
e1 (mm)	6,840
e2 (mm)	6,960
e3 (mm)	6,760
e4 (mm)	6,800
6,840	



CARGA MÁXIMA (N):	29426,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	34,82



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
11/01/2019	18:00:00	7,47	168,71%
12/01/2019	18:00:00	2,80	
12/01/2019	19:00:00	2,78	
12/01/2019	20:00:00	2,79	
12/01/2019	21:00:00	2,78	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

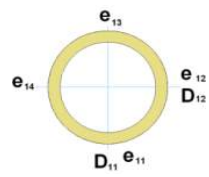
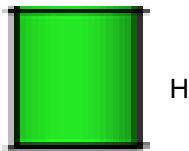
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

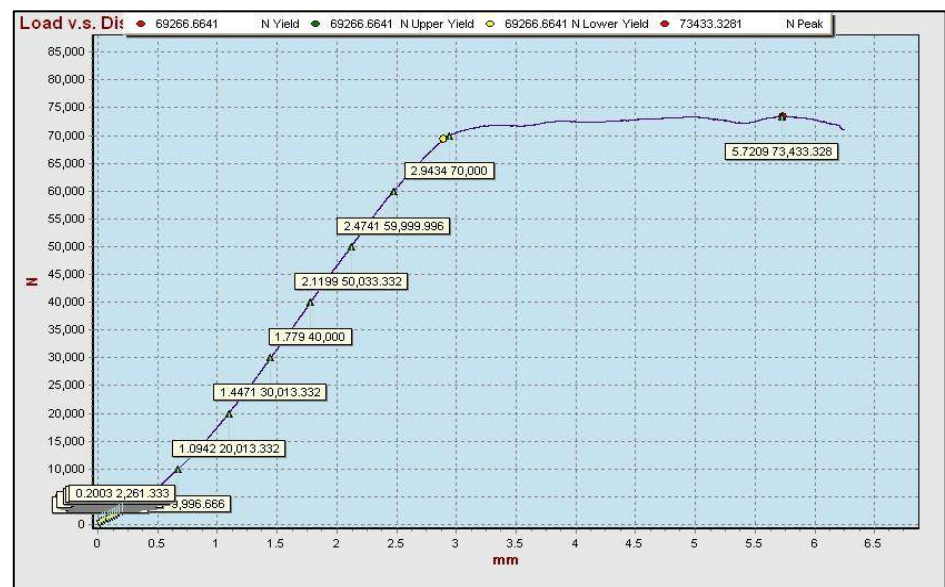
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC08S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	11/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	85,46
D2 (mm)	85,45
D3 (mm)	85,47
D4 (mm)	85,46

Espeores	e prom.
e1 (mm)	7,260
e2 (mm)	7,290
e3 (mm)	7,240
e4 (mm)	7,250



CARGA MÁXIMA (N):	73433,32
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	78,69



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
11/01/2019	18:00:00	11,59	82,81%
12/01/2019	18:00:00	6,34	
12/01/2019	19:00:00	6,35	
12/01/2019	20:00:00	6,34	
12/01/2019	21:00:00	6,34	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

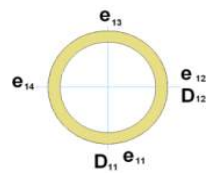
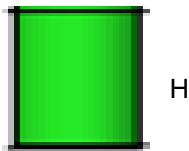
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

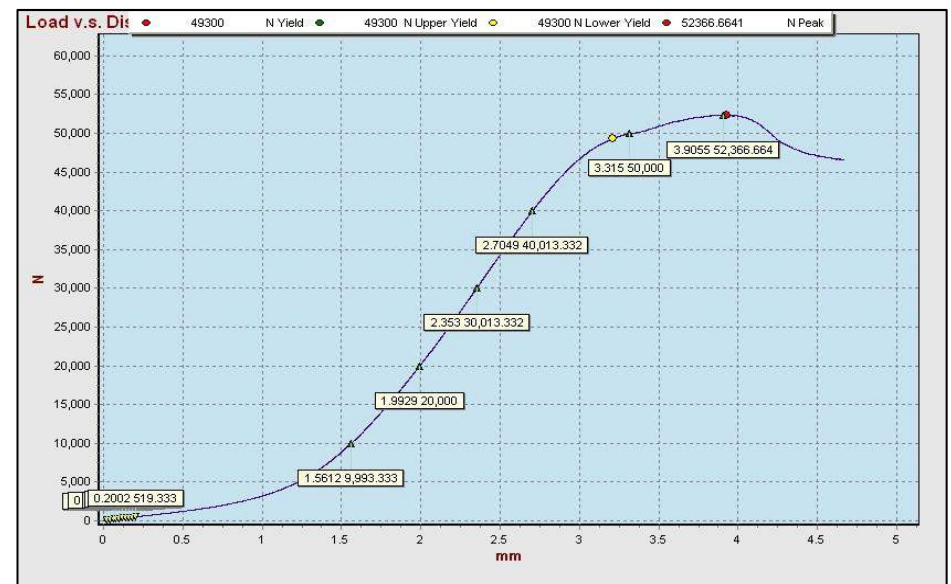
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC09S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	11/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	83,97
D2 (mm)	84,02
D3 (mm)	83,94
D4 (mm)	83,96
83,97	

Esesores	e prom.
e1 (mm)	7,680
e2 (mm)	7,700
e3 (mm)	7,640
e4 (mm)	7,700
7,680	



CARGA MÁXIMA (N):	52366,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	54,17



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
11/01/2019	18:00:00	13,47	119,74%
12/01/2019	18:00:00	6,14	
12/01/2019	19:00:00	6,12	
12/01/2019	20:00:00	6,13	
12/01/2019	21:00:00	6,13	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

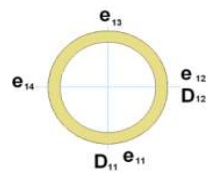
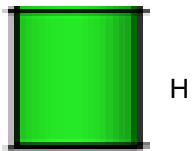
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

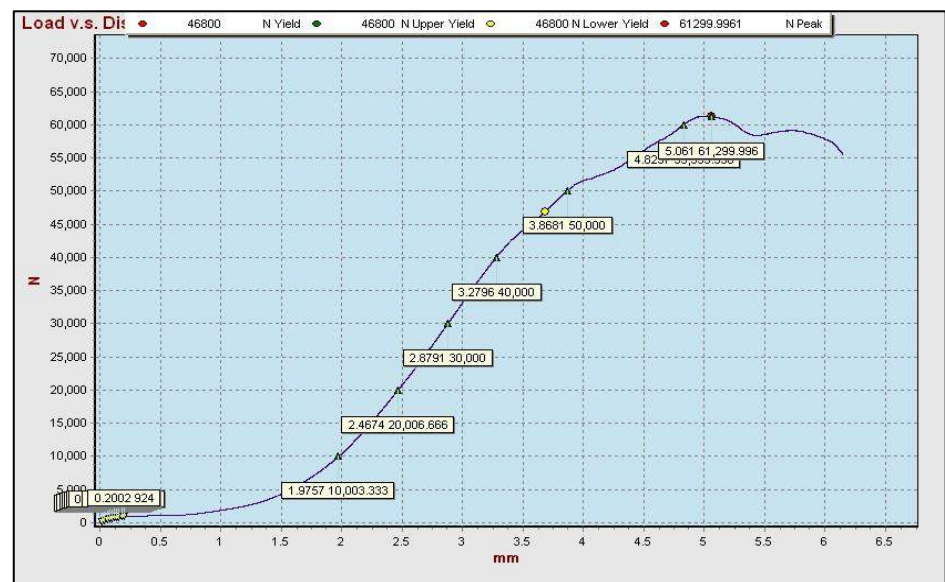
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC10S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	11/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	85,35
D2 (mm)	85,36
D3 (mm)	85,37
D4 (mm)	85,33
85,35	

Espeores	e prom.
e1 (mm)	6,300
e2 (mm)	6,350
e3 (mm)	6,280
e4 (mm)	6,270
6,300	



CARGA MÁXIMA (N):	61299,99
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	75,36



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
11/01/2019	18:00:00	9,43	60,37%
12/01/2019	18:00:00	5,90	
12/01/2019	19:00:00	5,88	
12/01/2019	20:00:00	5,88	
12/01/2019	21:00:00	5,88	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

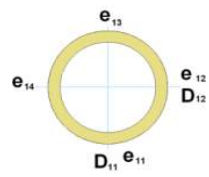
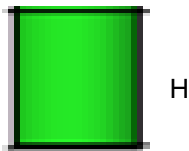
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

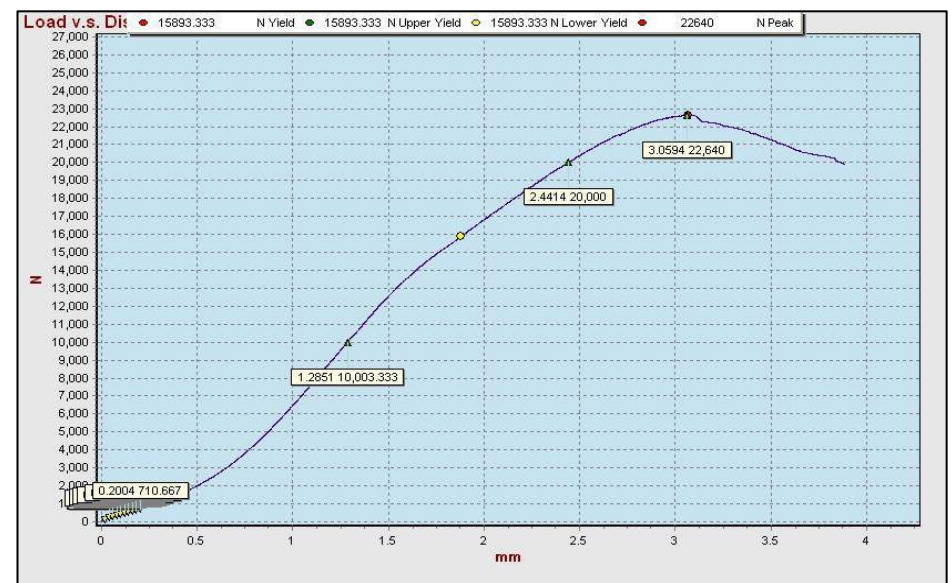
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC11S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	11/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	80,30
D2 (mm)	80,32
D3 (mm)	80,28
D4 (mm)	80,29
80,30	

Espeores	e prom.
e1 (mm)	5,440
e2 (mm)	5,420
e3 (mm)	5,440
e4 (mm)	5,460
5,440	



CARGA MÁXIMA (N):	22640,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	34,15

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
11/01/2019	18:00:00	8,64	177,81%
12/01/2019	18:00:00	3,10	
12/01/2019	19:00:00	3,11	
12/01/2019	20:00:00	3,11	
12/01/2019	21:00:00	3,11	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

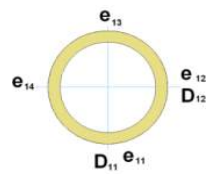
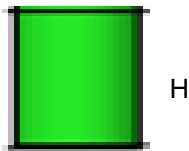
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

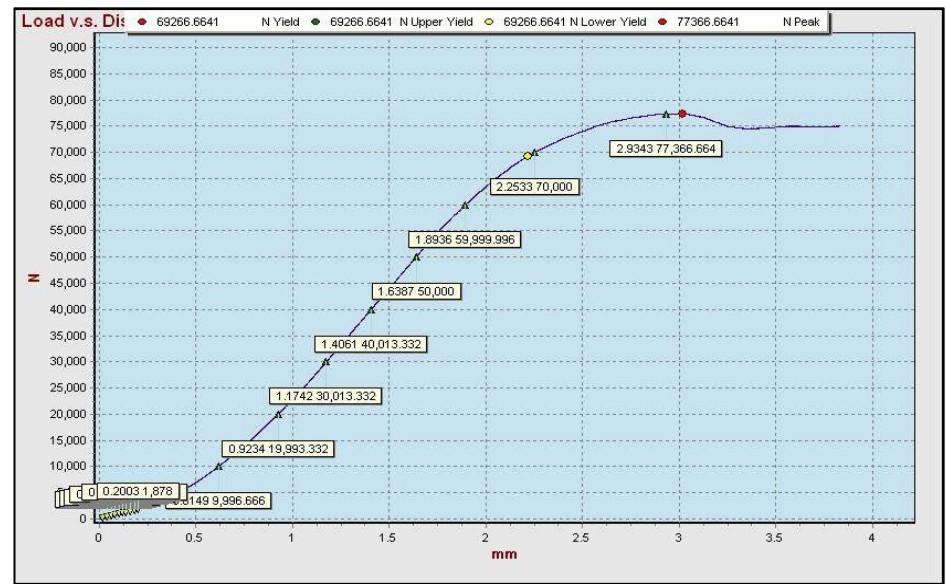
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MC12S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	11/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	87,83
D2 (mm)	87,87
D3 (mm)	87,81
D4 (mm)	87,82
87,83	

Espeores	e prom.
e1 (mm)	7,280
e2 (mm)	7,290
e3 (mm)	7,280
e4 (mm)	7,270
7,280	



CARGA MÁXIMA (N):	77366,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	80,36

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
11/01/2019	18:00:00	6,82	98,26%
12/01/2019	18:00:00	3,45	
12/01/2019	19:00:00	3,45	
12/01/2019	20:00:00	3,44	
12/01/2019	21:00:00	3,44	

OBSERVACIONES

**B. Anexo: Registro ensayo de
compresión perpendicular a las
fibras**



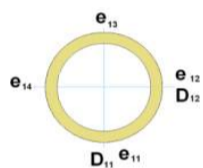
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

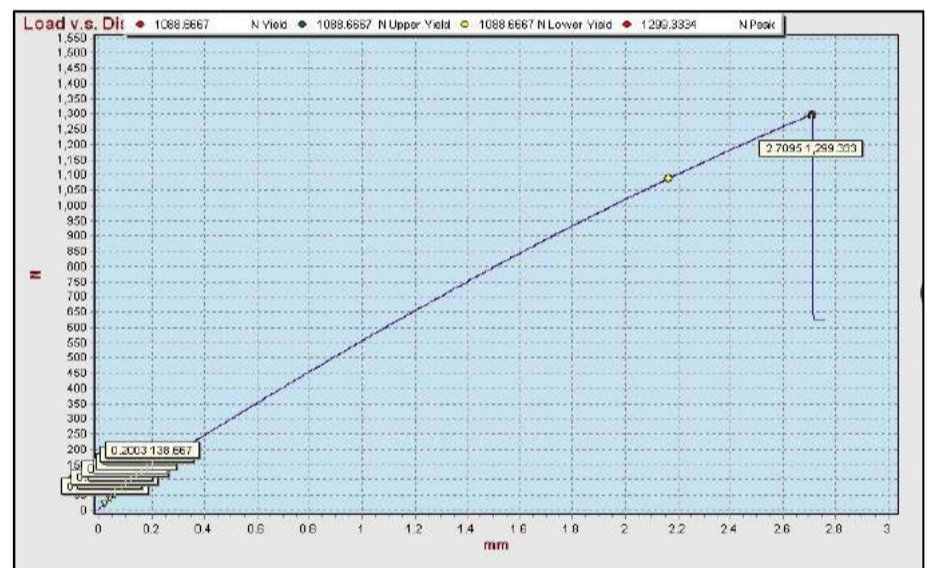
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MCP01B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	02/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	102,20	102,20
D2 (mm)	102,19	
D3 (mm)	102,18	
D4 (mm)	102,22	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	11,620	12,503
e2 (mm)	11,390	
e3 (mm)	12,100	
e4 (mm)	14,900	



CARGA MAXIMA (N):	1299,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	7,50

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
02/01/2019	18:00:00	17,40	157,02%
03/01/2019	18:00:00	6,80	
03/01/2019	19:00:00	6,79	
03/01/2019	20:00:00	6,77	
03/01/2019	21:00:00	6,77	

OBSERVACIONES

--



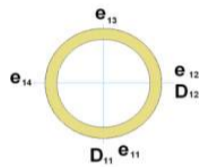
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

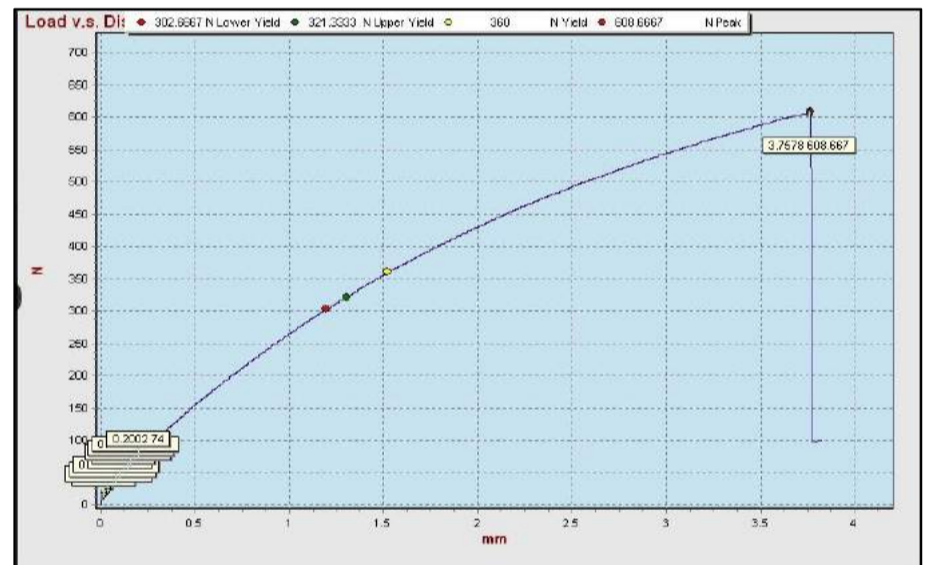
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MCP02B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	02/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	93,34	91,46
D2 (mm)	90,21	
D3 (mm)	94,20	
D4 (mm)	88,10	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	9,120	9,643
e2 (mm)	8,810	
e3 (mm)	10,020	
e4 (mm)	10,620	



CARGA MÁXIMA (N):	608,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	5,28

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
02/01/2019	18:00:00	12,31	174,78%
03/01/2019	18:00:00	4,51	
03/01/2019	19:00:00	4,50	
03/01/2019	20:00:00	4,48	
03/01/2019	21:00:00	4,48	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

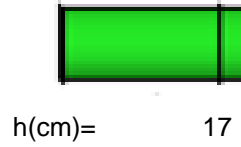
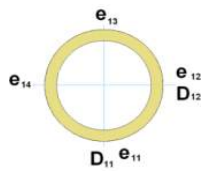
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MCP03B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	02/01/2019



h(cm)= 17

Diametros	D prom.
D1 (mm)	93,14
D2 (mm)	93,17
D3 (mm)	93,11
D4 (mm)	93,15
93,14	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	14,430
e2 (mm)	15,170
e3 (mm)	13,760
e4 (mm)	13,200
14,140	



CARGA MÁXIMA (N):	2396,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	9,85

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
02/01/2019	18:00:00	28,37	125,34%
03/01/2019	18:00:00	12,61	
03/01/2019	19:00:00	12,59	
03/01/2019	20:00:00	12,59	
03/01/2019	21:00:00	12,59	

OBSERVACIONES





UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

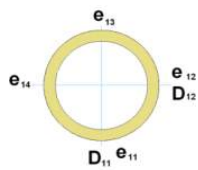
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MCP04B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	02/01/2019



h(cm)= 17

Diametros	D prom.
D1 (mm)	97,57
D2 (mm)	97,60
D3 (mm)	97,45
D4 (mm)	97,64
	97,57

Espesores	e prom.
e1 (mm)	10,360
e2 (mm)	10,260
e3 (mm)	10,790
e4 (mm)	10,580
	10,498



CARGA MÁXIMA (N):	2030,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	15,86

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
02/01/2019	18:00:00	13,94	93,88%
03/01/2019	18:00:00	7,21	
03/01/2019	19:00:00	7,20	
03/01/2019	20:00:00	7,19	
03/01/2019	21:00:00	7,19	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

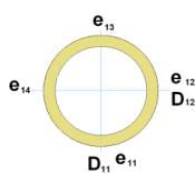
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

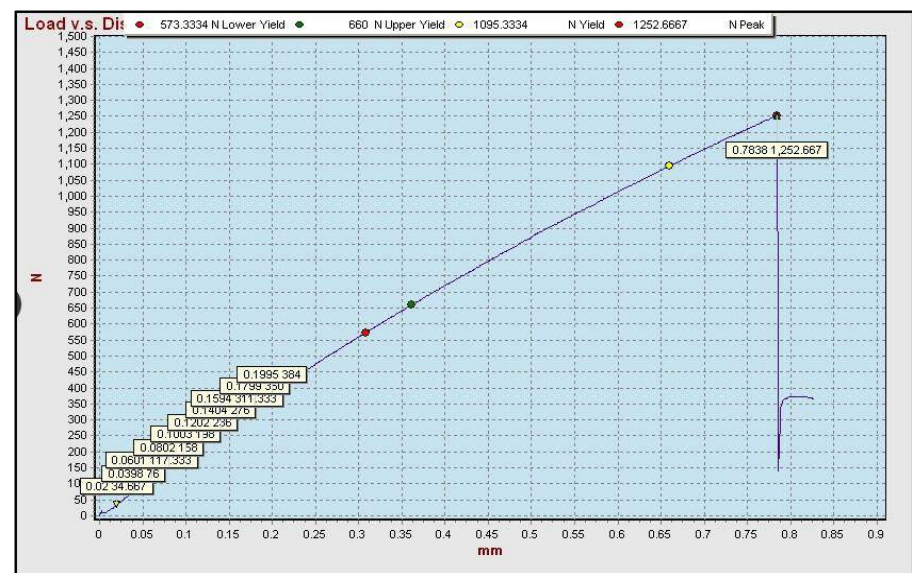
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MCP05B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	02/01/2019



h(cm)= 17

Diametros	D prom.
D1 (mm)	85,81
D2 (mm)	85,75
D3 (mm)	85,94
D4 (mm)	85,75
	85,81

Espesores	e prom.
e1 (mm)	14,020
e2 (mm)	14,060
e3 (mm)	15,260
e4 (mm)	13,680
	14,255



CARGA MÁXIMA (N):	1252,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	4,67

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
02/01/2019	18:00:00	24,04	111,25%
03/01/2019	18:00:00	11,40	
03/01/2019	19:00:00	11,39	
03/01/2019	20:00:00	11,38	
03/01/2019	21:00:00	11,38	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

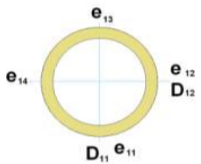
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MCP06B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	02/01/2019



h(cm)= 17

Diametros	D prom.
D1 (mm)	81,72
D2 (mm)	81,65
D3 (mm)	81,86
D4 (mm)	81,65
	81,72

Espesores	e prom.
e1 (mm)	9,550
e2 (mm)	9,900
e3 (mm)	10,500
e4 (mm)	9,950
	9,975



CARGA MÁXIMA (N):	969,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	7,02



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
02/01/2019	18:00:00	16,28	182,15%
03/01/2019	18:00:00	5,78	
03/01/2019	19:00:00	5,77	
03/01/2019	20:00:00	5,77	
03/01/2019	21:00:00	5,77	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

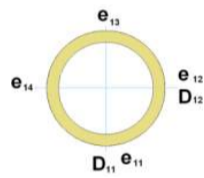
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

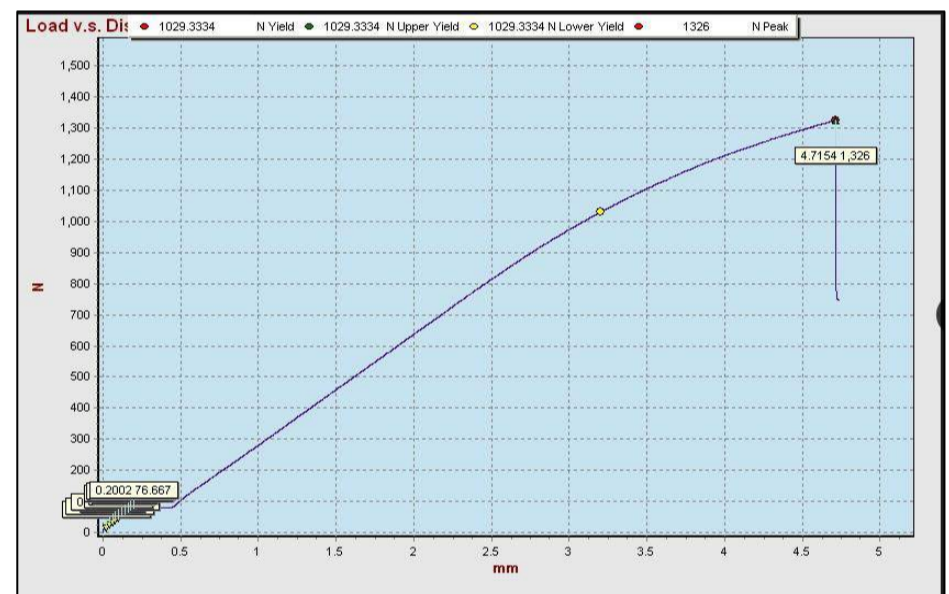
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MCP07B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	02/01/2019



h(cm)= 17

Diametros	D prom.
D1 (mm)	97,54
D2 (mm)	97,56
D3 (mm)	97,53
D4 (mm)	97,58
97,55	

Esposores	e prom.
e1 (mm)	9,940
e2 (mm)	11,560
e3 (mm)	10,280
e4 (mm)	11,330
10,778	



CARGA MÁXIMA (N):	1326,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	9,83



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
02/01/2019	18:00:00	13,71	160,15%
03/01/2019	18:00:00	5,30	
03/01/2019	19:00:00	5,28	
03/01/2019	20:00:00	5,27	
03/01/2019	21:00:00	5,27	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

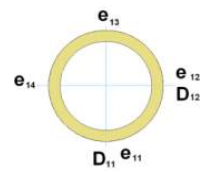
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

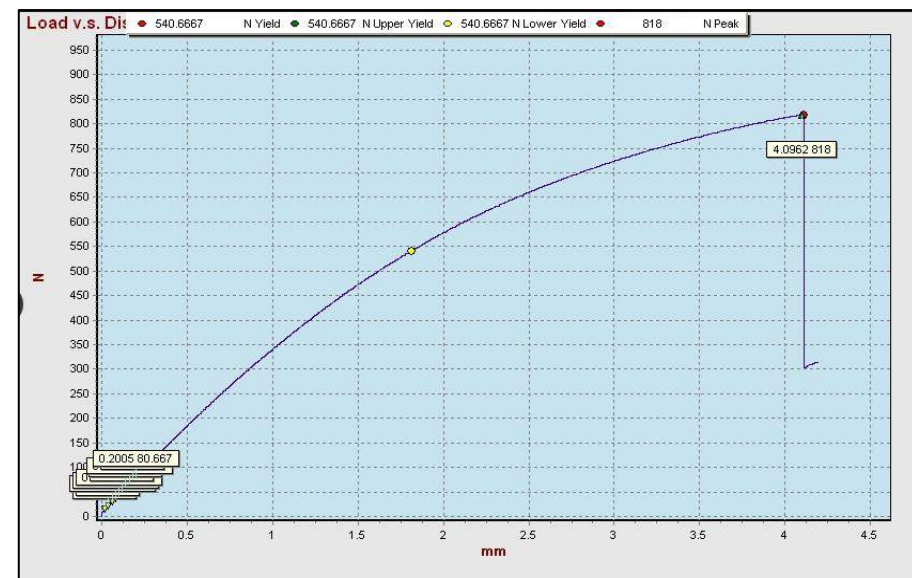
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MCP08B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	02/01/2019



h(cm)= 17

Diametros	D prom..
D1 (mm)	87,81
D2 (mm)	87,82
D3 (mm)	87,85
D4 (mm)	87,87
	87,84

Espesores	e prom.
e1 (mm)	8,780
e2 (mm)	8,500
e3 (mm)	9,280
e4 (mm)	8,060
	8,655



CARGA MÁXIMA (N):	818,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	8,46



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
02/01/2019	18:00:00	14,57	163,47%
03/01/2019	18:00:00	5,59	
03/01/2019	19:00:00	5,56	
03/01/2019	20:00:00	5,53	
03/01/2019	21:00:00	5,53	

OBSERVACIONES

--



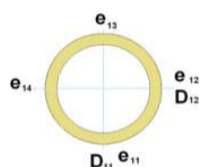
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

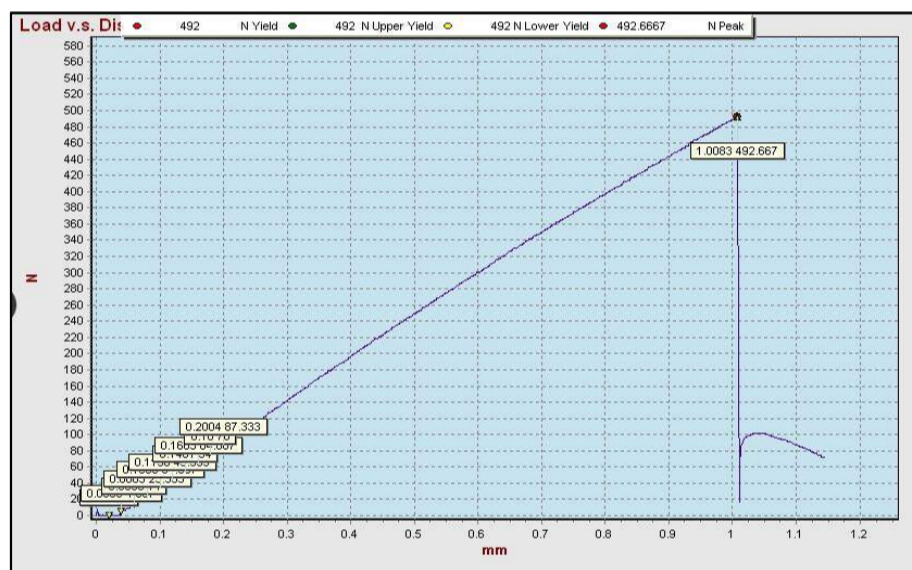
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MCP09B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	02/01/2019



h(cm)= 17

Diametros	D prom.
D1 (mm)	91,39
D2 (mm)	91,37
D3 (mm)	91,36
D4 (mm)	91,36
91,37	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	13,150
e2 (mm)	11,320
e3 (mm)	12,400
e4 (mm)	13,400
12,568	



CARGA MAXIMA (N):	492,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	2,51

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
02/01/2019	18:00:00	19,01	142,78%
03/01/2019	18:00:00	7,93	
03/01/2019	19:00:00	7,86	
03/01/2019	20:00:00	7,83	
03/01/2019	21:00:00	7,83	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

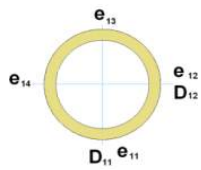
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MCP10B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	02/01/2019



h(cm)= 17

Diametros	D prom.
D1 (mm)	99,60
D2 (mm)	99,68
D3 (mm)	99,57
D4 (mm)	99,55
99,60	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	12,340
e2 (mm)	13,780
e3 (mm)	12,510
e4 (mm)	12,800
12,858	



CARGA MÁXIMA (N):	2034,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	10,82



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
02/01/2019	18:00:00	12,64	141,22%
03/01/2019	18:00:00	5,25	
03/01/2019	19:00:00	5,24	
03/01/2019	20:00:00	5,24	
03/01/2019	21:00:00	5,24	

OBSERVACIONES

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

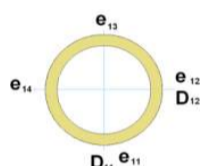
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MCP11B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	02/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	91,38	91,38
D2 (mm)	91,40	
D3 (mm)	91,37	
D4 (mm)	91,37	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	13,880	16,925
e2 (mm)	21,170	
e3 (mm)	15,020	
e4 (mm)	17,630	



CARGA MÁXIMA (N):	2034,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	5,73



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
02/01/2019	18:00:00	23,28	100,69%
03/01/2019	18:00:00	11,66	
03/01/2019	19:00:00	11,60	
03/01/2019	20:00:00	11,60	
03/01/2019	21:00:00	11,60	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

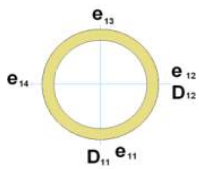
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

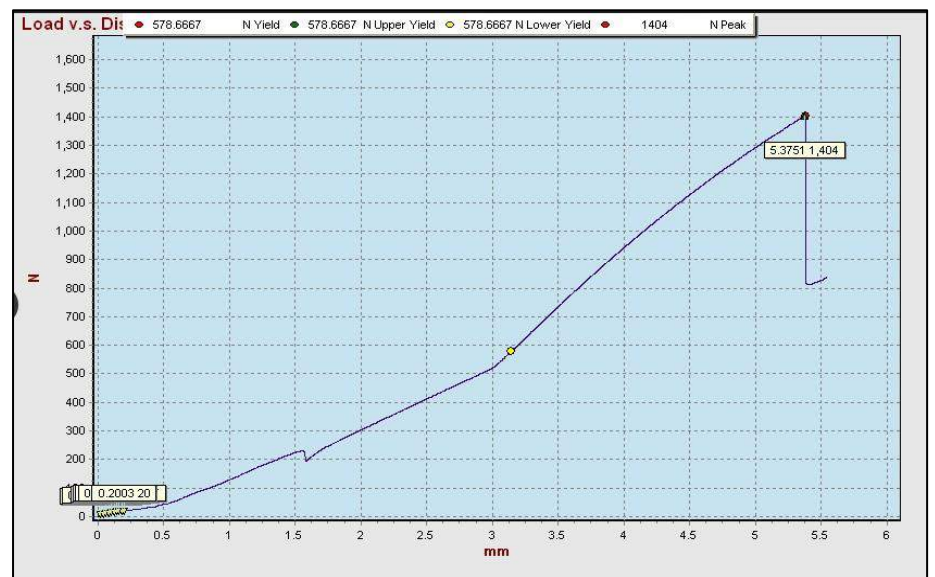
PROBETA	MCP12B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	02/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	102,48	102,48
D2 (mm)	102,50	
D3 (mm)	102,51	
D4 (mm)	102,44	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	9,280	9,708
e2 (mm)	9,820	
e3 (mm)	9,930	
e4 (mm)	9,800	



CARGA MÁXIMA (N):	1404,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	13,47



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
02/01/2019	18:00:00	19,74	106,49%
03/01/2019	18:00:00	9,59	
03/01/2019	19:00:00	9,56	
03/01/2019	20:00:00	9,56	
03/01/2019	21:00:00	9,56	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FRECH

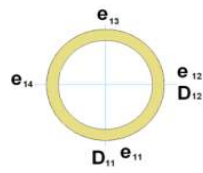
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

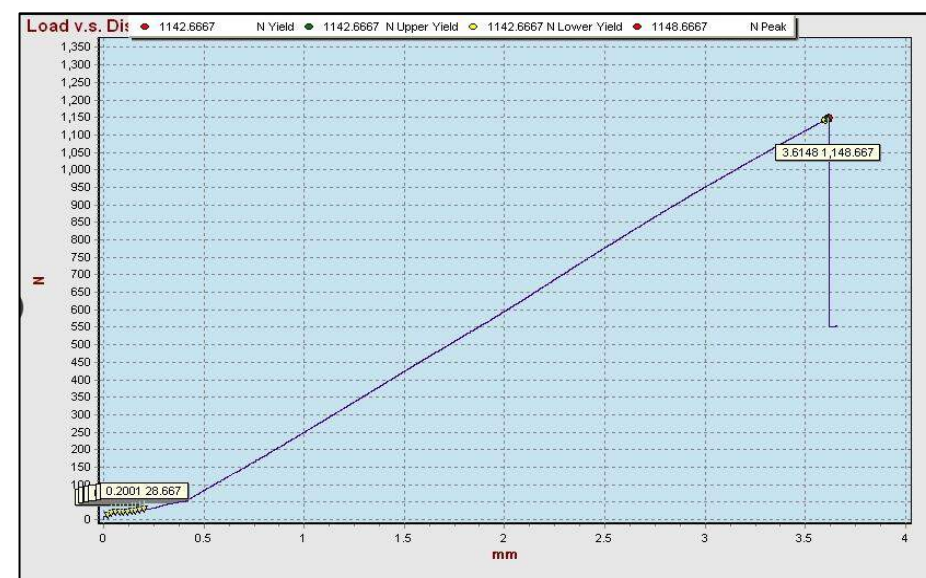
PROBETA	MCP01M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	03/01/2019



h(cm)= 17

Diametros	D prom.
D1 (mm)	92,83
D2 (mm)	92,84
D3 (mm)	92,82
D4 (mm)	92,82
92,83	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	8,140
e2 (mm)	9,220
e3 (mm)	7,560
e4 (mm)	8,730
8,413	



CARGA MÁXIMA (N):	1148,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	13,29



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
03/01/2019	18:00:00	14,16	62,76%
04/01/2019	18:00:00	8,71	
04/01/2019	19:00:00	8,70	
04/01/2019	20:00:00	8,70	
04/01/2019	21:00:00	8,70	

OBSERVACIONES



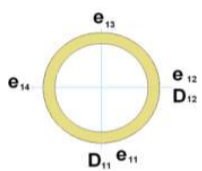
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

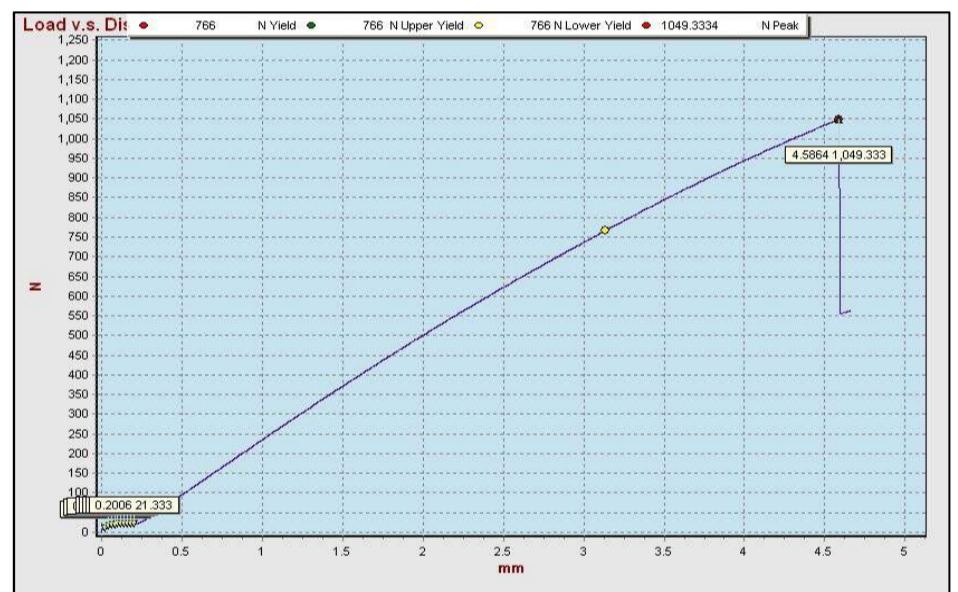
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MCP02M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	03/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	103,25	103,25
D2 (mm)	103,30	
D3 (mm)	103,26	
D4 (mm)	103,20	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	8,780	8,995
e2 (mm)	9,500	
e3 (mm)	9,000	
e4 (mm)	8,700	



CARGA MAXIMA (N):	1049,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	11,82

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
03/01/2019	18:00:00	17,83	79,74%
04/01/2019	18:00:00	9,97	
04/01/2019	19:00:00	9,95	
04/01/2019	20:00:00	9,92	
04/01/2019	21:00:00	9,92	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

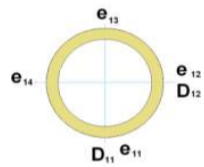
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

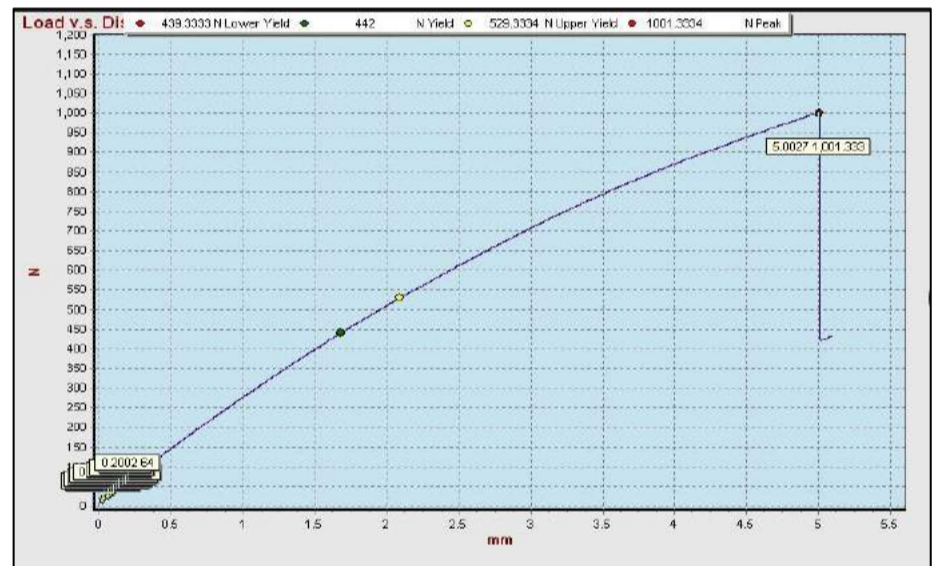
PROBETA	MCP03M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	03/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	95,63	95,63
D2 (mm)	95,65	
D3 (mm)	95,61	
D4 (mm)	95,64	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	8,270	8,208
e2 (mm)	8,560	
e3 (mm)	7,730	
e4 (mm)	8,270	



CARGA MÁXIMA (N):	1001,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	12,54

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
03/01/2019	18:00:00	16,72	76,93%
04/01/2019	18:00:00	9,47	
04/01/2019	19:00:00	9,46	
04/01/2019	20:00:00	9,45	
04/01/2019	21:00:00	9,45	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

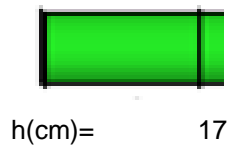
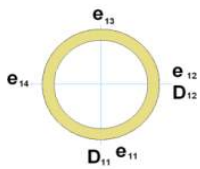
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

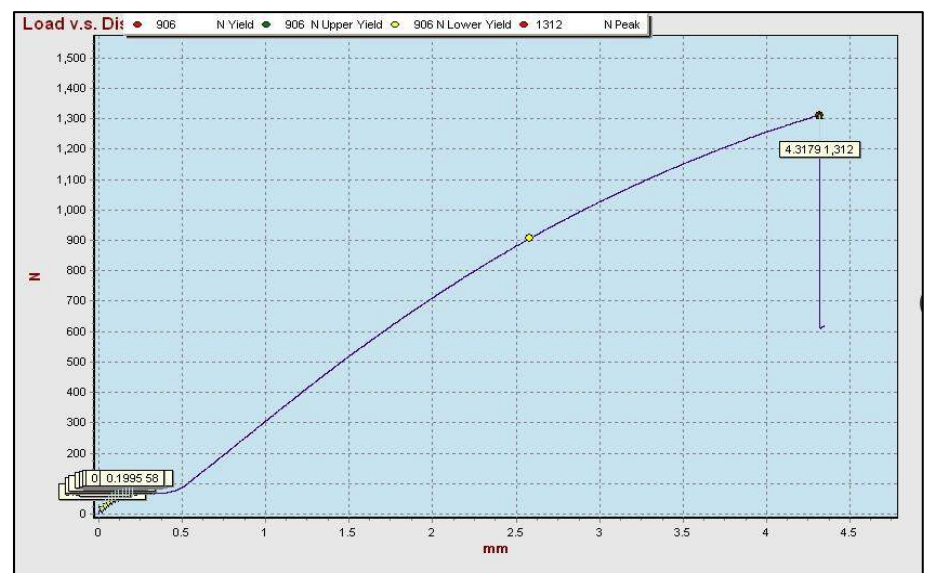
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MCP04M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	03/01/2019



Diametros		D prom.
D1 (mm)	87,29	87,29
D2 (mm)	87,30	
D3 (mm)	87,31	
D4 (mm)	87,26	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	7,500	7,350
e2 (mm)	6,840	
e3 (mm)	7,420	
e4 (mm)	7,640	



CARGA MÁXIMA (N):	1312,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	18,71

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
03/01/2019	18:00:00	11,89	68,89%
04/01/2019	18:00:00	7,06	
04/01/2019	19:00:00	7,05	
04/01/2019	20:00:00	7,04	
04/01/2019	21:00:00	7,04	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

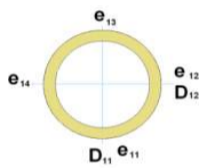
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MCP05M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	03/01/2019



h(cm)= 17

Diametros	D prom.
D1 (mm)	96,14
D2 (mm)	96,15
D3 (mm)	96,13
D4 (mm)	96,14
96,14	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	7,530
e2 (mm)	7,820
e3 (mm)	7,380
e4 (mm)	8,300
7,758	



CARGA MÁXIMA (N):	1066,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	15,04

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
03/01/2019	18:00:00	10,72	104,97%
04/01/2019	18:00:00	5,25	
04/01/2019	19:00:00	5,23	
04/01/2019	20:00:00	5,23	
04/01/2019	21:00:00		

OBSERVACIONES





UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

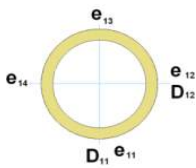
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

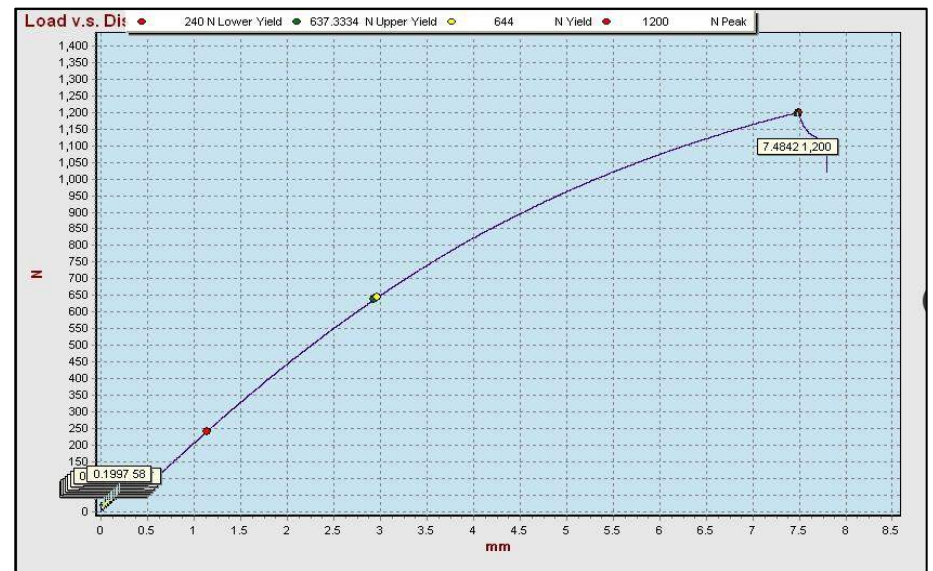
PROBETA	MCP06M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	03/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	97,89	97,89
D2 (mm)		
D3 (mm)		
D4 (mm)		

Espesores		e prom.
e1 (mm)	9,610	9,675
e2 (mm)	10,040	
e3 (mm)	9,030	
e4 (mm)	10,020	



CARGA MÁXIMA (N):	1200,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	11,07

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
03/01/2019	18:00:00	14,26	145,44%
04/01/2019	18:00:00	5,82	
04/01/2019	19:00:00	5,81	
04/01/2019	20:00:00	5,81	
04/01/2019	21:00:00		

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

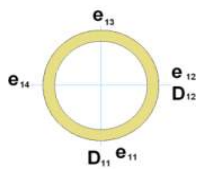
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

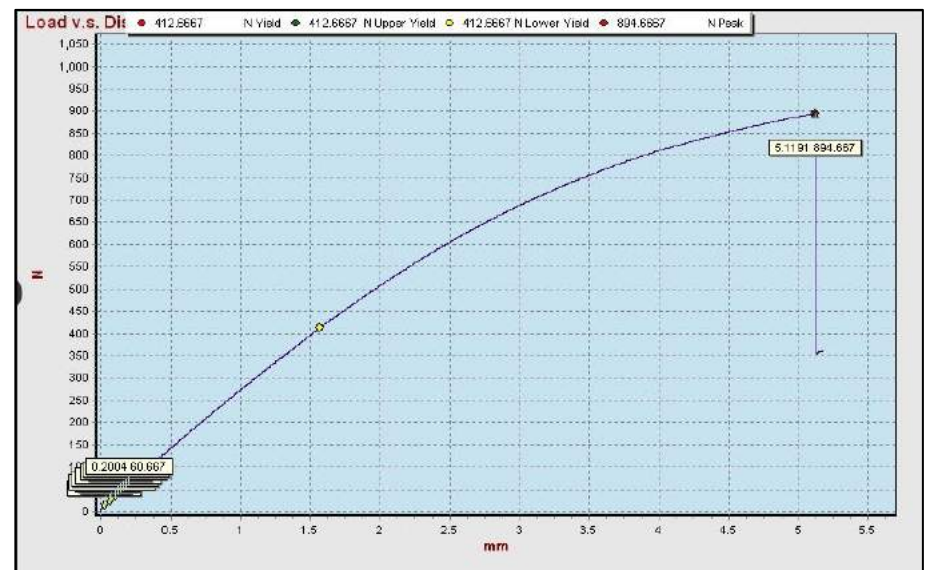
PROBETA	MCP07M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	03/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	97,57	97,57
D2 (mm)	97,55	
D3 (mm)	97,58	
D4 (mm)	97,57	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	7,360	7,628
e2 (mm)	7,800	
e3 (mm)	7,260	
e4 (mm)	8,090	



CARGA MAXIMA (N):	894,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa) :	13,24



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
03/01/2019	18:00:00	11,06	160,85%
04/01/2019	18:00:00	4,28	
04/01/2019	19:00:00	4,24	
04/01/2019	20:00:00	4,24	
04/01/2019	21:00:00		

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

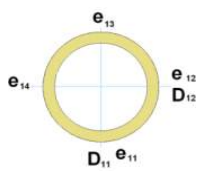
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MCP08M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	03/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	90,75	90,75
D2 (mm)	90,76	
D3 (mm)	90,77	
D4 (mm)	90,72	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	11,160	11,148
e2 (mm)	11,120	
e3 (mm)	11,120	
e4 (mm)	11,190	



CARGA MAXIMA (N):	2151,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	13,86

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
03/01/2019	18:00:00	19,54	113,32%
04/01/2019	18:00:00	9,22	
04/01/2019	19:00:00	9,21	
04/01/2019	20:00:00	9,16	
04/01/2019	21:00:00	9,16	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

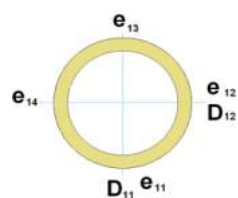
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

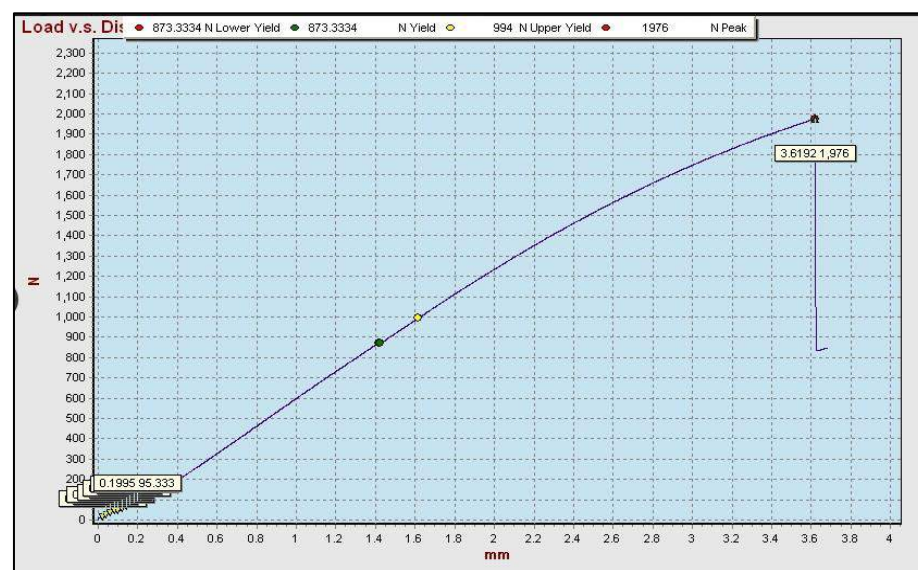
PROBETA	MCP09M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	03/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	103,09	103,09
D2 (mm)	103,10	
D3 (mm)	103,06	
D4 (mm)	103,11	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	11,980	11,423
e2 (mm)	10,440	
e3 (mm)	10,950	
e4 (mm)	12,320	



CARGA MÁXIMA (N):	19,76
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	0,14

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
03/01/2019	18:00:00	20,36	84,25%
04/01/2019	18:00:00	11,07	
04/01/2019	19:00:00	11,05	
04/01/2019	20:00:00	11,05	
04/01/2019	21:00:00	11,05	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

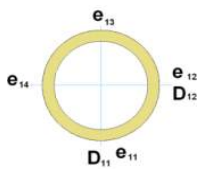
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

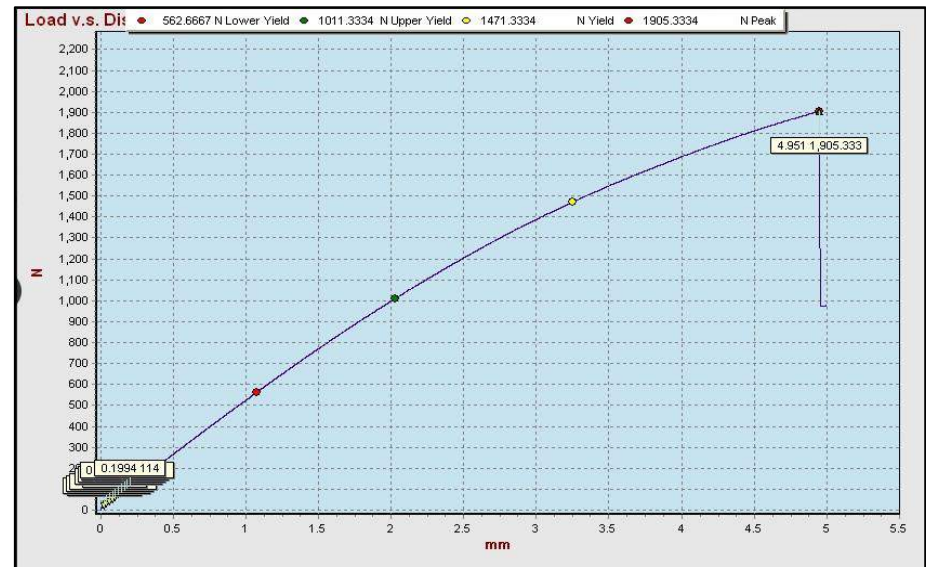
PROBETA	MCP10M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	03/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	106,86	106,86
D2 (mm)	106,87	
D3 (mm)	106,84	
D4 (mm)	106,88	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	11,550	11,320
e2 (mm)	10,550	
e3 (mm)	11,850	
e4 (mm)	11,330	



CARGA MÁXIMA (N):	1905,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	14,02



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
03/01/2019	18:00:00	18,37	89,58%
04/01/2019	18:00:00	9,73	
04/01/2019	19:00:00	9,69	
04/01/2019	20:00:00	9,69	
04/01/2019	21:00:00	9,69	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

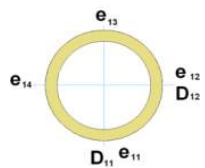
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

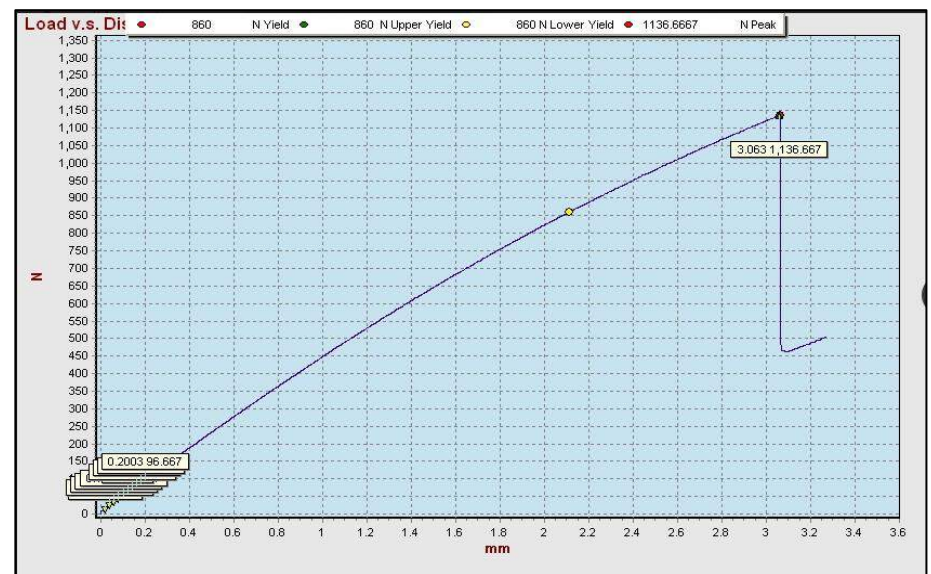
PROBETA	MCP11M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	03/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	104,52	104,52
D2 (mm)	104,55	
D3 (mm)	104,53	
D4 (mm)	104,48	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	10,530	11,023
e2 (mm)	11,480	
e3 (mm)	11,360	
e4 (mm)	10,720	



CARGA MAXIMA (N):	1136,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	8,63



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
03/01/2019	18:00:00	10,30	33,77%
04/01/2019	18:00:00	7,72	
04/01/2019	19:00:00	7,71	
04/01/2019	20:00:00	7,70	
04/01/2019	21:00:00	7,70	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

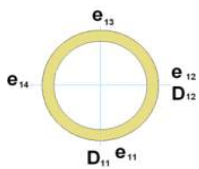
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

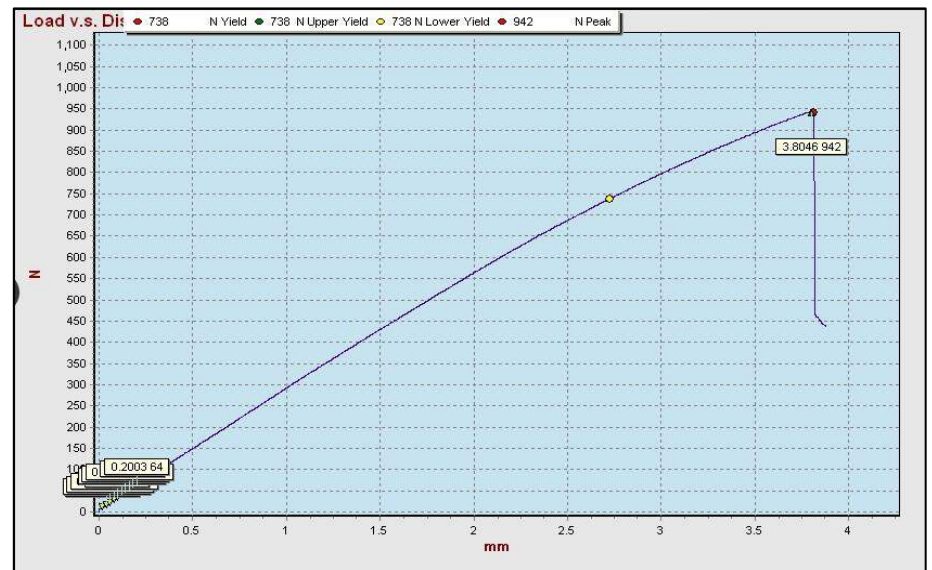
PROBETA	MCP12M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	03/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	104,35	104,35
D2 (mm)	104,36	
D3 (mm)	104,32	
D4 (mm)	104,35	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	9,880	9,190
e2 (mm)	8,850	
e3 (mm)	9,130	
e4 (mm)	8,900	



CARGA MÁXIMA (N):	942,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	10,27

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
03/01/2019	18:00:00	14,78	91,95%
04/01/2019	18:00:00	7,71	
04/01/2019	19:00:00	7,70	
04/01/2019	20:00:00	7,70	
04/01/2019	21:00:00	70,70	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

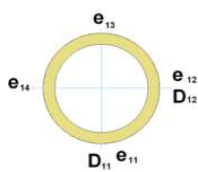
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

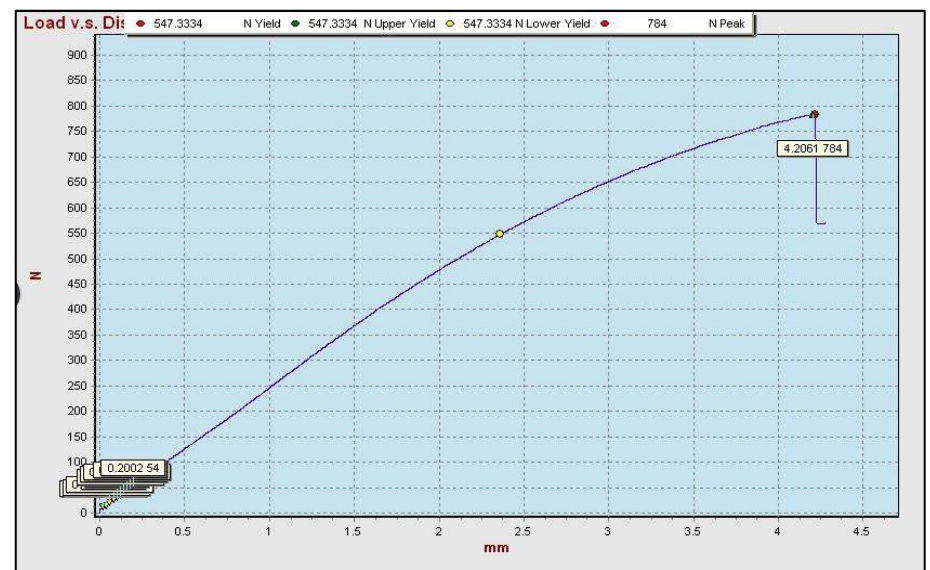
PROBETA	MCP01S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	08/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	97,75	97,75
D2 (mm)	97,77	
D3 (mm)	97,74	
D4 (mm)	97,75	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	7,920	8,225
e2 (mm)	7,910	
e3 (mm)	8,590	
e4 (mm)	8,480	



CARGA MÁXIMA (N):	784,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	10,00

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
08/01/2019	18:00:00	16,85	170,03%
09/01/2019	18:00:00	6,29	
09/01/2019	19:00:00	6,24	
09/01/2019	20:00:00	6,24	
09/01/2019	21:00:00	6,24	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

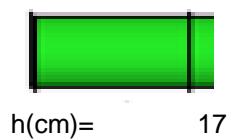
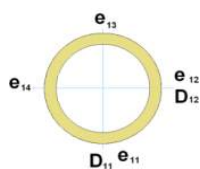
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

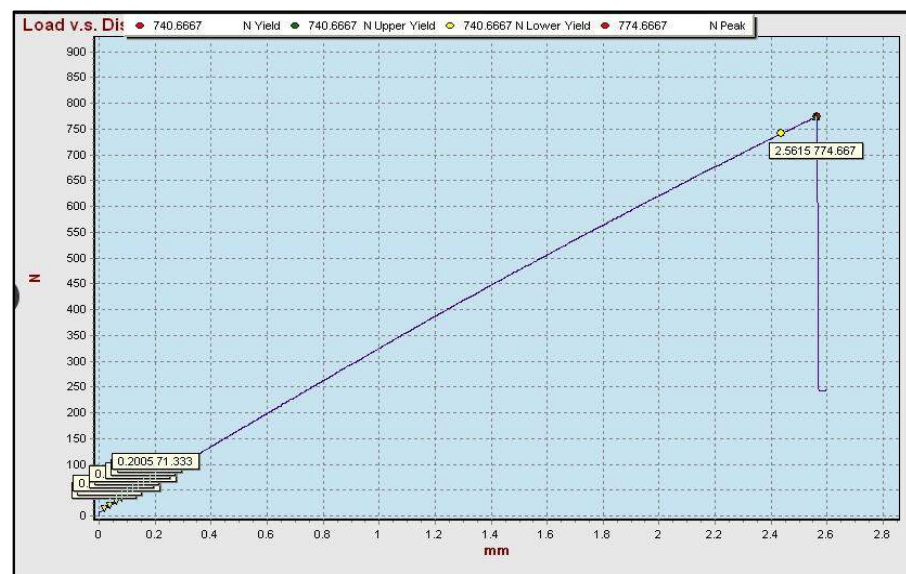
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MCP02S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	08/01/2019



Diametros		D prom.
D1 (mm)	98,20	98,20
D2 (mm)	98,22	
D3 (mm)	98,21	
D4 (mm)	98,18	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	9,190	8,730
e2 (mm)	7,940	
e3 (mm)	9,230	
e4 (mm)	8,560	



CARGA MÁXIMA (N):	774,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	8,81



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
08/01/2019	18:00:00	16,57	95,63%
09/01/2019	18:00:00	8,50	
09/01/2019	19:00:00	8,47	
09/01/2019	20:00:00	8,47	
09/01/2019	21:00:00	8,47	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

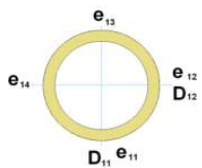
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MCP03S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	08/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	96,74	96,75
D2 (mm)	96,75	
D3 (mm)	96,77	
D4 (mm)	96,72	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	7,980	7,753
e2 (mm)	7,090	
e3 (mm)	8,880	
e4 (mm)	7,060	



CARGA MÁXIMA (N):	1168,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	16,60

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
08/01/2019	18:00:00	10,97	79,84%
09/01/2019	18:00:00	6,12	
09/01/2019	19:00:00	6,10	
09/01/2019	20:00:00	6,10	
09/01/2019	21:00:00	6,10	

OBSERVACIONES

--



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

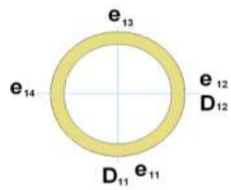
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

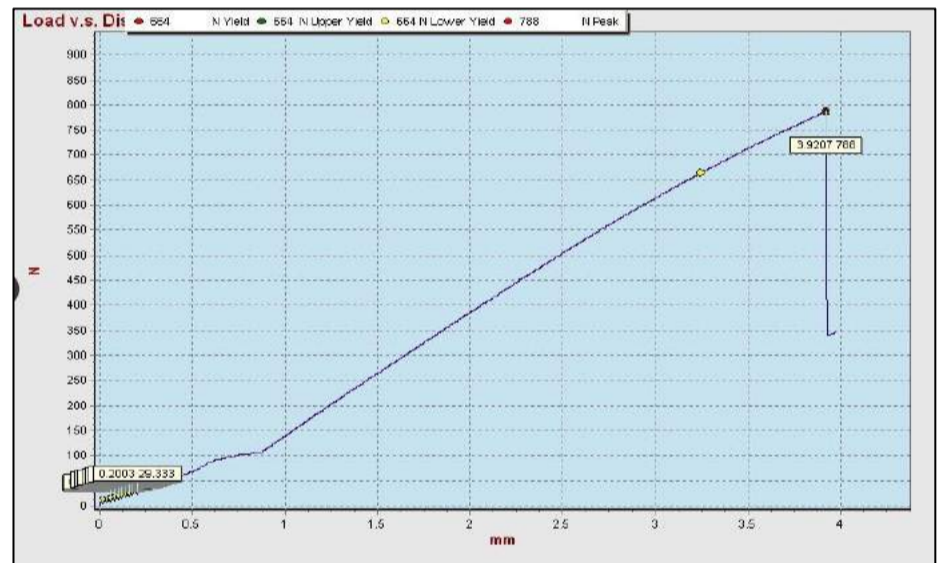
PROBETA	MCP04S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	08/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	94,12	94,12
D2 (mm)		
D3 (mm)		
D4 (mm)		

Espesores		e prom.
e1 (mm)	7,630	7,575
e2 (mm)	7,720	
e3 (mm)	7,160	
e4 (mm)	7,790	



CARGA MÁXIMA (N):	788,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	11,40

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
08/01/2019	18:00:00	13,86	141,04%
09/01/2019	18:00:00	5,77	
09/01/2019	19:00:00	5,75	
09/01/2019	20:00:00	5,75	
09/01/2019	21:00:00		

OBSERVACIONES





UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

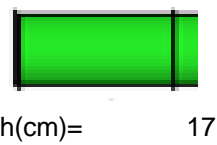
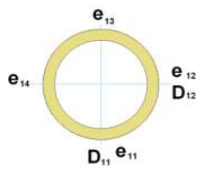
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

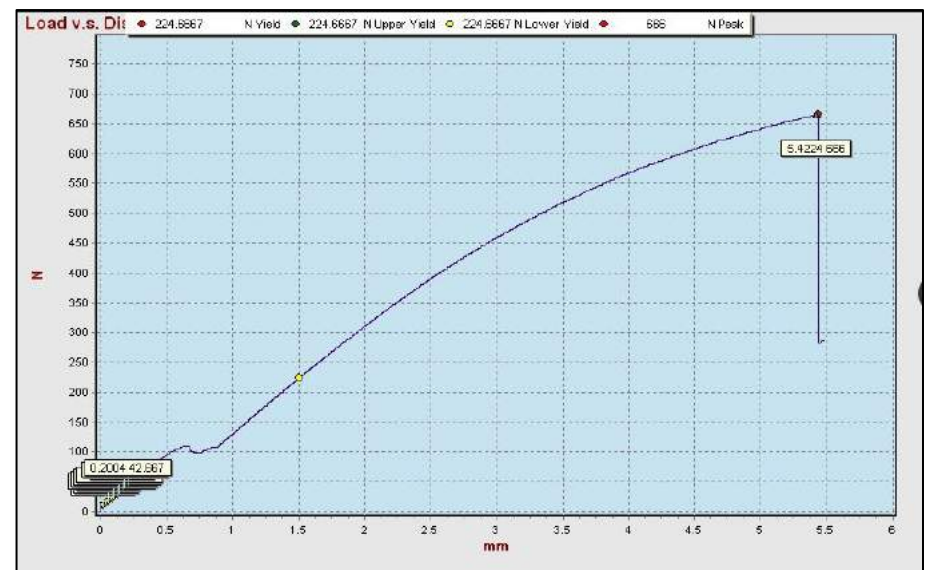
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MCP05S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	08/01/2019



Diametros		D prom.
D1 (mm)	88,27	88,27
D2 (mm)	88,28	
D3 (mm)	88,29	
D4 (mm)	88,24	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	6,870	7,060
e2 (mm)	7,160	
e3 (mm)	7,590	
e4 (mm)	6,620	



CARGA MÁXIMA (N):	666,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	10,41

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
08/01/2019	18:00:00	11,80	164,57%
09/01/2019	18:00:00	4,48	
09/01/2019	19:00:00	4,46	
09/01/2019	20:00:00	4,46	
09/01/2019	21:00:00		

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

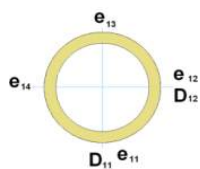
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MCP06S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	08/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	88,06	88,06
D2 (mm)	88,07	
D3 (mm)	88,04	
D4 (mm)	88,06	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	8,320	7,853
e2 (mm)	7,430	
e3 (mm)	7,150	
e4 (mm)	8,510	



CARGA MÁXIMA (N):	1178,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	14,85

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
08/01/2019	18:00:00	14,54	65,23%
09/01/2019	18:00:00	8,83	
09/01/2019	19:00:00	8,81	
09/01/2019	20:00:00	8,80	
09/01/2019	21:00:00	8,80	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

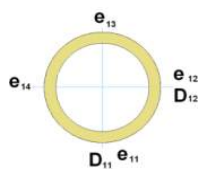
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MCP07S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	08/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	87,33	87,33
D2 (mm)	87,30	
D3 (mm)	87,34	
D4 (mm)	87,35	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	6,440	6,958
e2 (mm)	7,110	
e3 (mm)	6,350	
e4 (mm)	7,930	



CARGA MÁXIMA (N):	354,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	5,64



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
08/01/2019	18:00:00	11,46	141,26%
09/01/2019	18:00:00	4,77	
09/01/2019	19:00:00	4,75	
09/01/2019	20:00:00	4,75	
09/01/2019	21:00:00	4,75	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

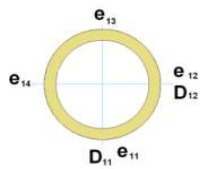
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

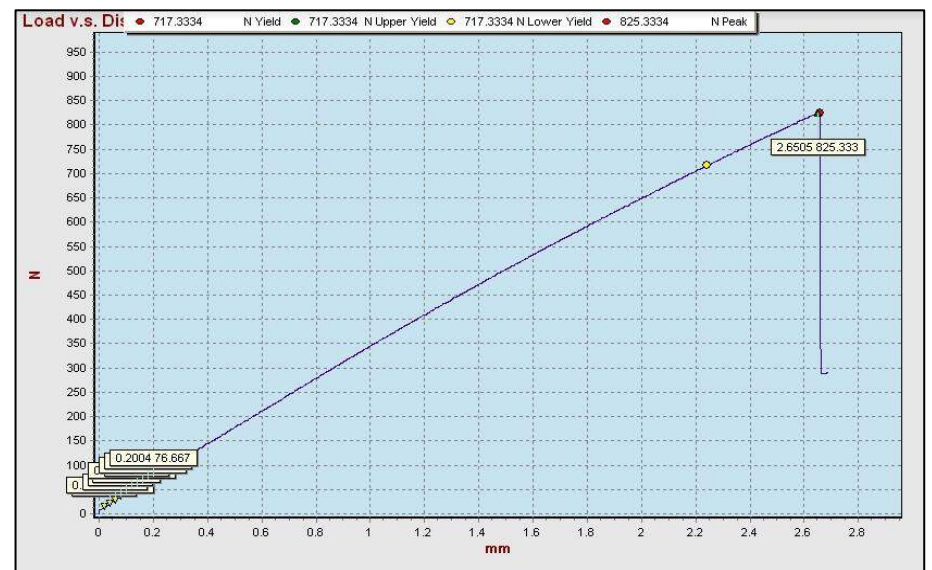
PROBETA	MCP08S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	08/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	85,92	85,92
D2 (mm)	85,90	
D3 (mm)	85,93	
D4 (mm)	85,92	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	5,970	6,163
e2 (mm)	6,130	
e3 (mm)	6,380	
e4 (mm)	6,170	



CARGA MÁXIMA (N):	825,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	16,48



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
08/01/2019	18:00:00	11,12	44,79%
09/01/2019	18:00:00	6,70	
09/01/2019	19:00:00	7,68	
09/01/2019	20:00:00	7,68	
09/01/2019	21:00:00	7,68	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

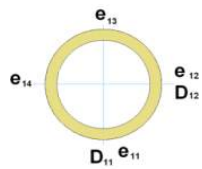
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MCP09S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	08/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	85,92	82,24
D2 (mm)		
D3 (mm)		
D4 (mm)		

Espesores		e prom.
e1 (mm)	7,550	7,158
e2 (mm)	7,580	
e3 (mm)	6,510	
e4 (mm)	6,990	



CARGA MÁXIMA (N):	1062,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	15,04



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
08/01/2019	18:00:00	10,28	146,52%
09/01/2019	18:00:00	4,21	
09/01/2019	19:00:00	4,17	
09/01/2019	20:00:00	4,17	
09/01/2019	21:00:00	4,17	

OBSERVACIONES

--



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

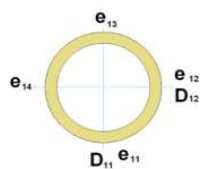
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

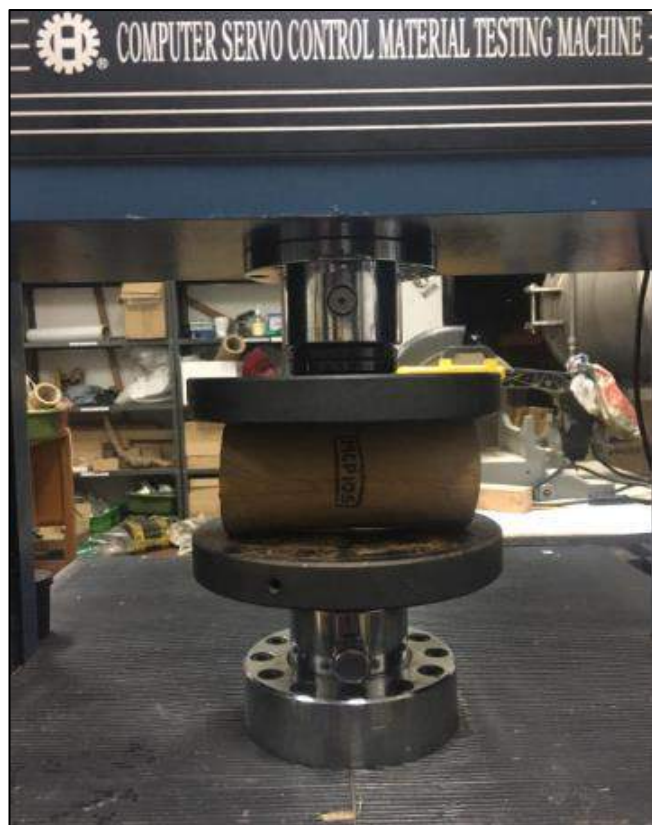
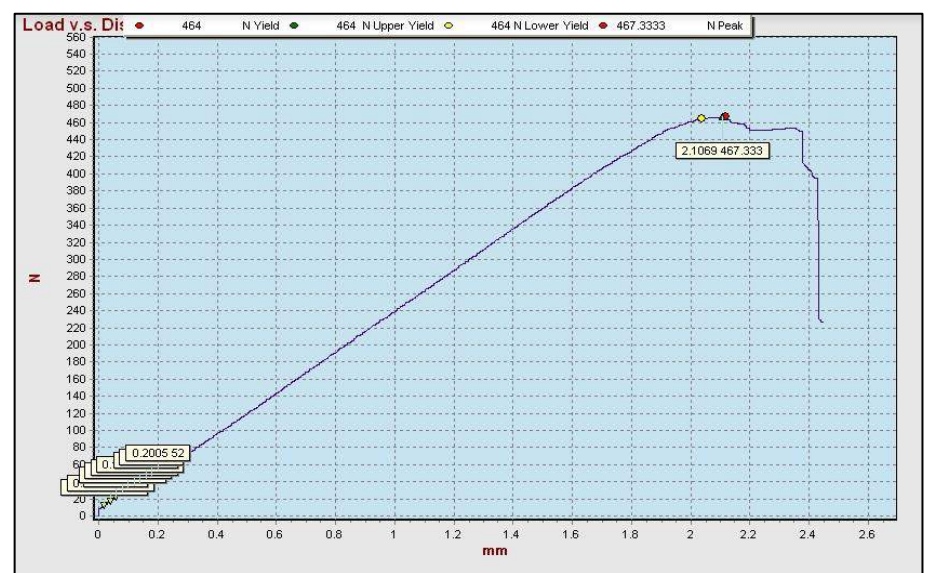
PROBETA	MCP10S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	08/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	85,74	85,74
D2 (mm)	85,76	
D3 (mm)	85,73	
D4 (mm)	85,74	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	6,620	6,778
e2 (mm)	6,910	
e3 (mm)	6,880	
e4 (mm)	6,700	



CARGA MAXIMA (N):	467,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	7,70

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
08/01/2019	18:00:00	13,93	58,66%
09/01/2019	18:00:00	8,81	
09/01/2019	19:00:00	8,78	
09/01/2019	20:00:00	8,78	
09/01/2019	21:00:00	8,78	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

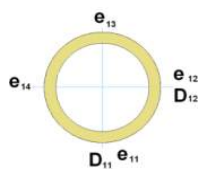
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

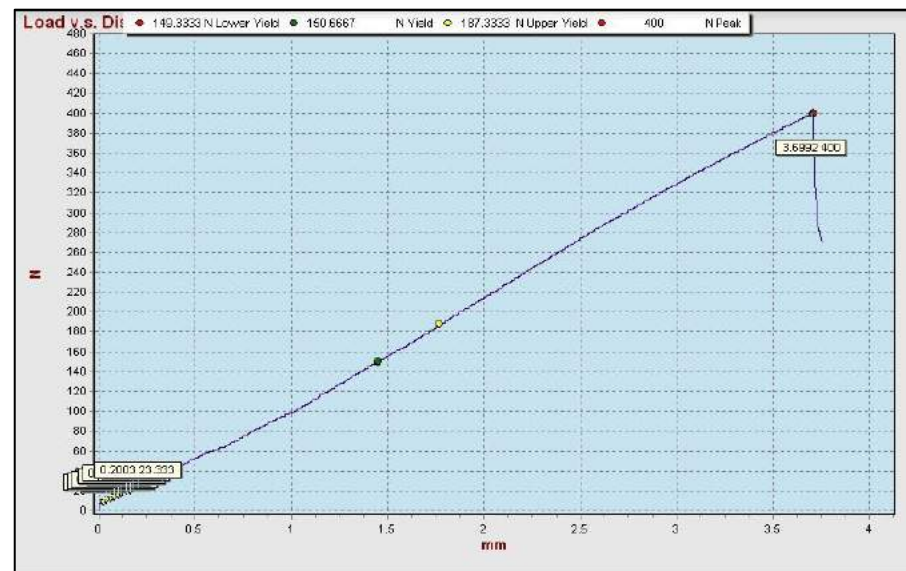
PROBETA	MCP11S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	08/01/2019



h(cm)= 17

Diametros	D prom.
D1 (mm)	79,10
D2 (mm)	79,11
D3 (mm)	79,10
D4 (mm)	79,09
79,10	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	7,370
e2 (mm)	6,360
e3 (mm)	5,830
e4 (mm)	6,380
6,485	



CARGA MÁXIMA (N):	400,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	6,64



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
08/01/2019	18:00:00	9,05	171,77%
09/01/2019	18:00:00	3,36	
09/01/2019	19:00:00	3,33	
09/01/2019	20:00:00	3,33	
09/01/2019	21:00:00	3,33	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR

IIT_LGM_FREFCH

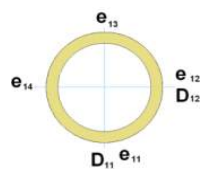
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

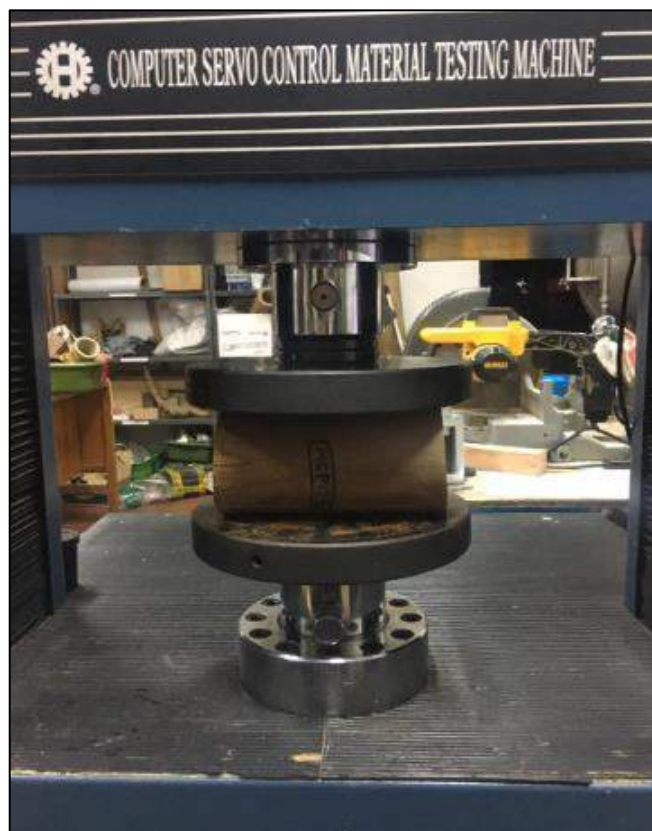
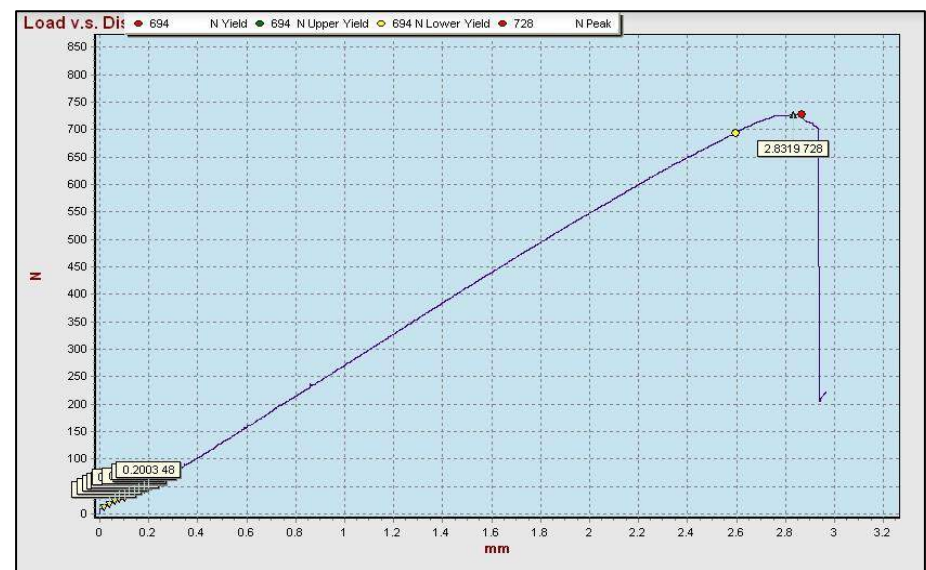
PROBETA	MCP12S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	08/01/2019



h(cm)= 17

Diametros		D prom.
D1 (mm)	86,50	86,50
D2 (mm)	86,49	
D3 (mm)	86,52	
D4 (mm)	86,50	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	6,980	7,003
e2 (mm)	6,840	
e3 (mm)	7,270	
e4 (mm)	6,920	



CARGA MÁXIMA (N):	728,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	11,33

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA	CONTENIDO HUMEDAD (%)
08/01/2019	18:00:00	12,83	86,75%
09/01/2019	18:00:00	6,90	
09/01/2019	19:00:00	6,87	
09/01/2019	20:00:00	6,87	
09/01/2019	21:00:00	6,87	

OBSERVACIONES

C. Anexo: Registro ensayo de flexión



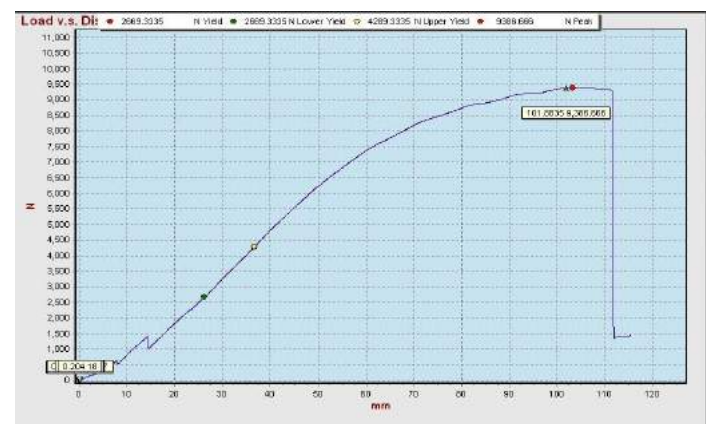
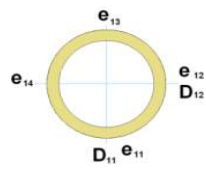
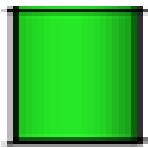
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE FLEXIÓN

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ <i>BAMBUSA VULGARIS</i> PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MT01M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	21/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	103,51
D2 (mm)	103,56
D3 (mm)	103,46
D3 (mm)	103,51
103,51	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	11,700
e2 (mm)	11,75
e3 (mm)	11,65
e4 (mm)	11,70
11,700	

CARGA MÁXIMA (N):	9386,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	69,58



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
21/01/2019	18:00:00	13,09	146,52%
22/01/2019	18:00:00	5,33	
22/01/2019	19:00:00	5,32	
22/01/2019	20:00:00	5,31	
22/01/2019	21:00:00	5,31	

OBSERVACIONES



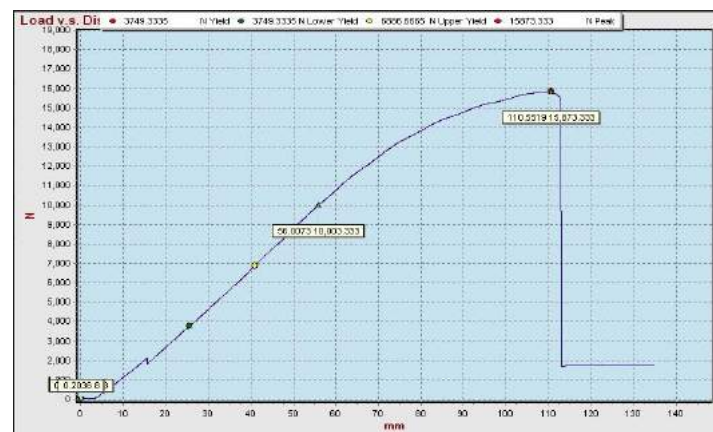
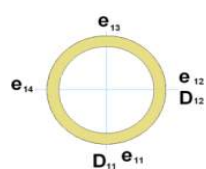
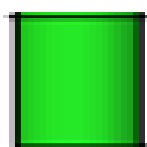
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE FLEXIÓN

IIT_LGM_FRECH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MT02M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	21/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	96,16
D2 (mm)	96,21
D3 (mm)	96,11
D3 (mm)	96,16
96,16	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	10,150
e2 (mm)	10,20
e3 (mm)	10,10
e4 (mm)	10,15
10,150	

CARGA MÁXIMA (N):	15873,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	142,70



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
21/01/2019	18:00:00	19,19	63,04%
22/01/2019	18:00:00	11,79	
22/01/2019	19:00:00	11,78	
22/01/2019	20:00:00	11,77	
22/01/2019	21:00:00	11,77	

OBSERVACIONES



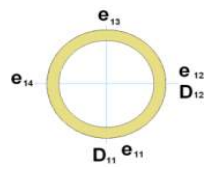
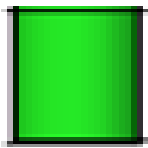
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE FLEXIÓN

IIT_LGM_FRECH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MT03M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	21/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	94,68
D2 (mm)	94,73
D3 (mm)	94,63
D3 (mm)	94,68
94,68	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	10,700
e2 (mm)	10,75
e3 (mm)	10,65
e4 (mm)	10,70
10,700	



CARGA MÁXIMA (N):	9006,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	79,81

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
21/01/2019	18:00:00	28,07	60,22%
22/01/2019	18:00:00	17,55	
22/01/2019	19:00:00	17,54	
22/01/2019	20:00:00	17,53	
22/01/2019	21:00:00	17,52	

OBSERVACIONES

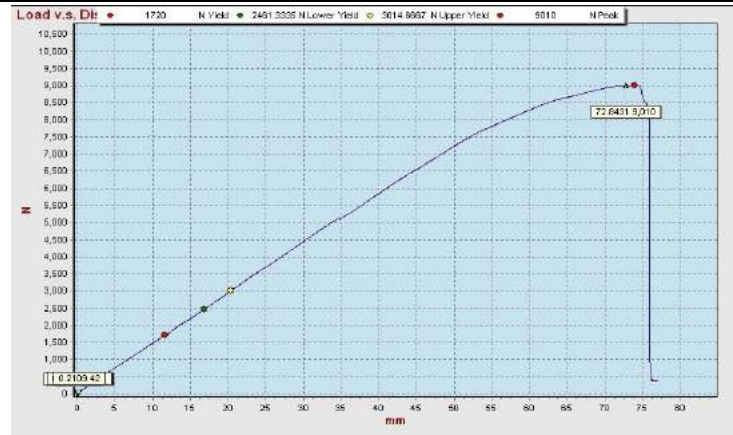
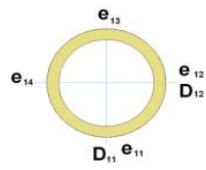
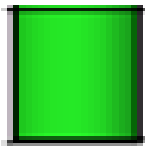
--



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE FLEXIÓN

IIT_LGM_FREFCH
 VERSION 2.0
 PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MT04M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	22/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	95,84
D2 (mm)	95,89
D3 (mm)	95,79
D3 (mm)	95,84
95,84	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	7,950
e2 (mm)	8,00
e3 (mm)	7,90
e4 (mm)	7,95
7,950	

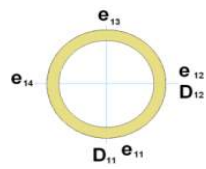
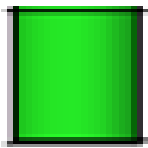
CARGA MÁXIMA (N):	9010,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	96,82



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
22/01/2019	18:00:00	21,24	108,44%
23/01/2019	18:00:00	10,21	
23/01/2019	19:00:00	10,20	
23/01/2019	20:00:00	10,19	
23/01/2019	21:00:00	10,19	

OBSERVACIONES

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MT05M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	22/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	106,80
D2 (mm)	106,85
D3 (mm)	106,75
D3 (mm)	106,80
106,80	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	10,560
e2 (mm)	10,61
e3 (mm)	10,51
e4 (mm)	10,56
10,560	



CARGA MÁXIMA (N):	6593,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	50,26



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
22/01/2019	18:00:00	7,52	140,26%
23/01/2019	18:00:00	3,15	
23/01/2019	19:00:00	3,15	
23/01/2019	20:00:00	3,14	
23/01/2019	21:00:00	3,13	

OBSERVACIONES

--



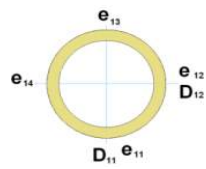
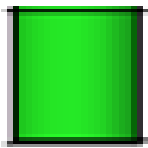
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE FLEXIÓN

IIT_LGM_FRECH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MT06M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	22/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	103,10
D2 (mm)	103,15
D3 (mm)	103,05
D3 (mm)	103,10
103,10	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	10,000
e2 (mm)	10,05
e3 (mm)	9,95
e4 (mm)	10,00
10,000	



CARGA MÁXIMA (N):	8500,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	70,47



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
22/01/2019	18:00:00	8,61	70,16%
23/01/2019	18:00:00	5,08	
23/01/2019	19:00:00	5,07	
23/01/2019	20:00:00	5,07	
23/01/2019	21:00:00	5,06	

OBSERVACIONES

--



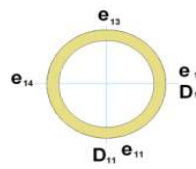
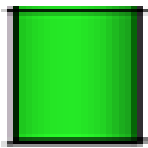
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE FLEXIÓN

IIT_LGM_FRECH

VERSION 2.0

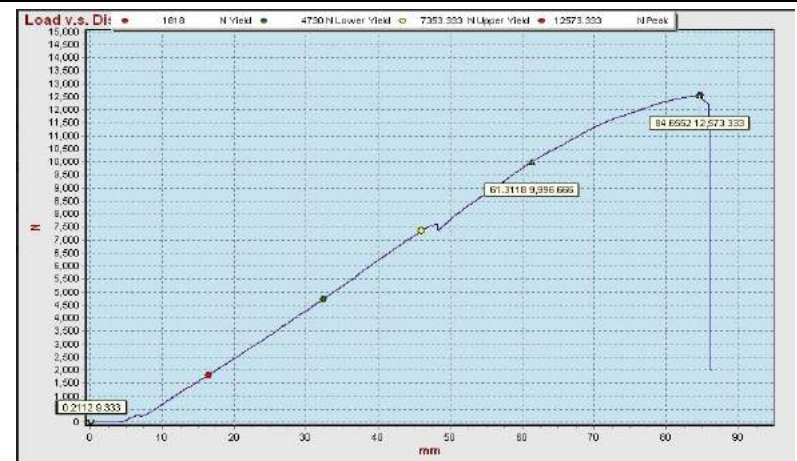
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MT07M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	22/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	107,01
D2 (mm)	107,06
D3 (mm)	106,96
D3 (mm)	107,01
107,01	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	10,420
e2 (mm)	10,47
e3 (mm)	10,37
e4 (mm)	10,42
10,420	



CARGA MÁXIMA (N):	12573,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	96,49



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
22/01/2019	18:00:00	14,23	78,32%
23/01/2019	18:00:00	8,00	
23/01/2019	19:00:00	7,99	
23/01/2019	20:00:00	7,98	
23/01/2019	21:00:00	7,98	

OBSERVACIONES

--



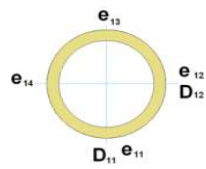
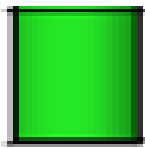
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE FLEXIÓN

IIT_LGM_FRECH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MT08M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	23/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	102,63
D2 (mm)	102,68
D3 (mm)	102,58
D3 (mm)	102,63
102,63	

Esposores	e prom.
e1 (mm)	9,950
e2 (mm)	10,00
e3 (mm)	9,90
e4 (mm)	9,95
9,950	



CARGA MÁXIMA (N):	5643,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	47,23



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
23/01/2019	18:00:00	12,36	142,35%
24/01/2019	18:00:00	5,13	
24/01/2019	19:00:00	5,12	
24/01/2019	20:00:00	5,11	
24/01/2019	21:00:00	5,10	

OBSERVACIONES

--



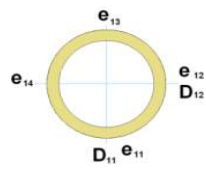
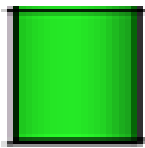
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE FLEXIÓN

IIT_LGM_FRECH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MT09M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	23/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	99,50
D2 (mm)	99,55
D3 (mm)	99,45
D3 (mm)	99,50
99,50	

Esesores	e prom.
e1 (mm)	12,130
e2 (mm)	12,18
e3 (mm)	12,08
e4 (mm)	12,13
12,130	



CARGA MÁXIMA (N):	10373,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	79,29



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
23/01/2019	18:00:00	15,23	97,28%
24/01/2019	18:00:00	7,75	
24/01/2019	19:00:00	7,73	
24/01/2019	20:00:00	7,73	
24/01/2019	21:00:00	7,72	

OBSERVACIONES

--



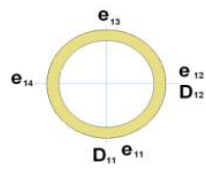
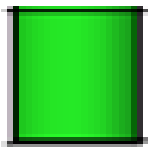
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE FLEXIÓN

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MT10M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	23/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	92,75
D2 (mm)	92,80
D3 (mm)	92,70
D3 (mm)	92,75
92,75	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	8,240
e2 (mm)	8,29
e3 (mm)	8,19
e4 (mm)	8,24
8,240	

CARGA MÁXIMA (N):	6896,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	75,23



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
23/01/2019	18:00:00	10,01	131,18%
24/01/2019	18:00:00	4,35	
24/01/2019	19:00:00	4,34	
24/01/2019	20:00:00	4,33	
24/01/2019	21:00:00	4,33	

OBSERVACIONES



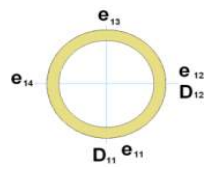
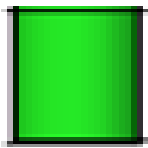
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE FLEXIÓN

IIT_LGM_FRECH

VERSION 2.0

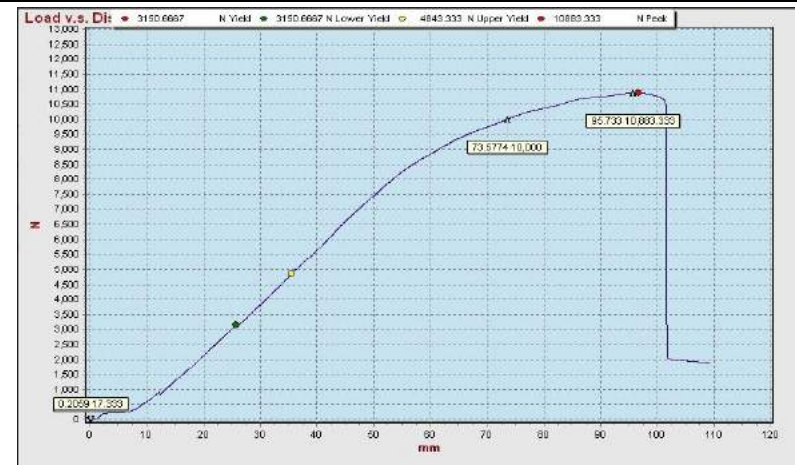
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MT12M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	24/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	106,31
D2 (mm)	106,36
D3 (mm)	106,26
D3 (mm)	106,31
106,31	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	10,460
e2 (mm)	10,51
e3 (mm)	10,41
e4 (mm)	10,46
10,460	



CARGA MÁXIMA (N):	9886,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	76,32

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
24/01/2019	18:00:00	14,76	109,66%
25/01/2019	18:00:00	7,06	
25/01/2019	19:00:00	7,05	
25/01/2019	20:00:00	7,04	
25/01/2019	21:00:00	7,04	

OBSERVACIONES

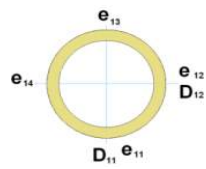
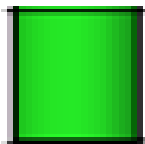
--



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE FLEXIÓN

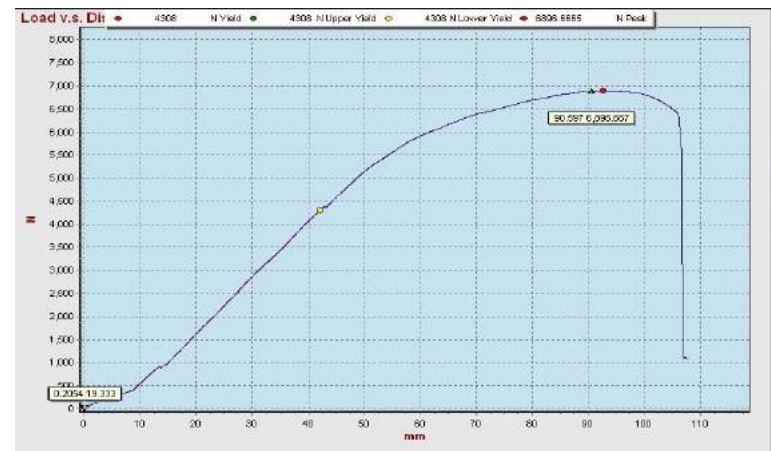
IIT_LGM_FREFCH
 VERSION 2.0
 PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		
PROBETA	MT12M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	24/01/2019



DIAMETRO	D prom.
D1 (mm)	106,31
D2 (mm)	106,81
D3 (mm)	106,26
D3 (mm)	106,31
106,42	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	10,460
e2 (mm)	10,96
e3 (mm)	10,41
e4 (mm)	10,46
10,573	



CARGA MÁXIMA (N):	9886,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	76,32

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
24/01/2019	18:00:00	14,76	109,66%
25/01/2019	18:00:00	7,06	
25/01/2019	19:00:00	7,05	
25/01/2019	20:00:00	7,04	
25/01/2019	21:00:00	7,04	

OBSERVACIONES

**D. Anexo: Registro ensayo de corte
paralelo a las fibras**



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

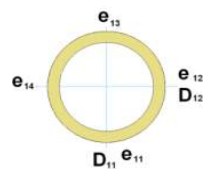
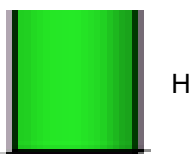
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

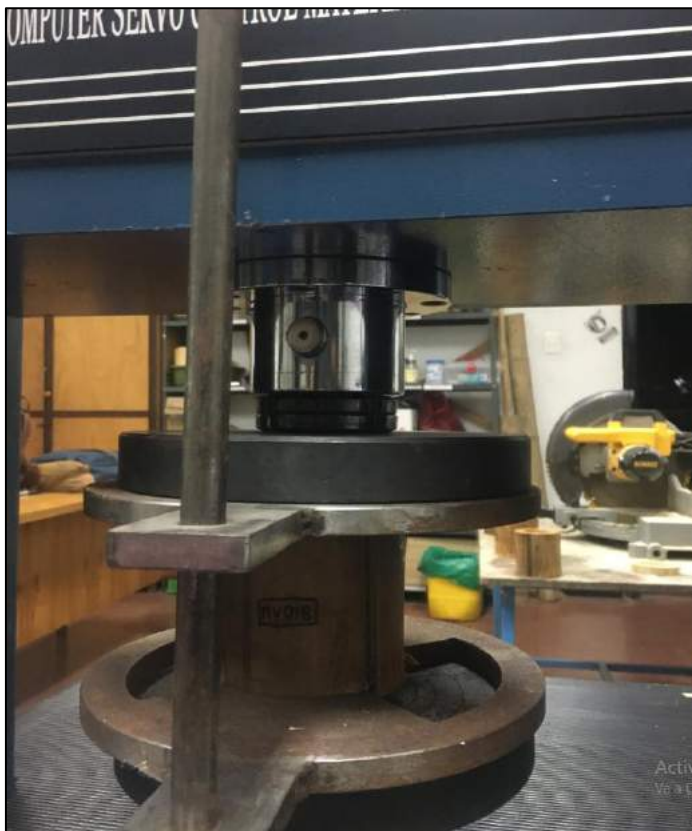
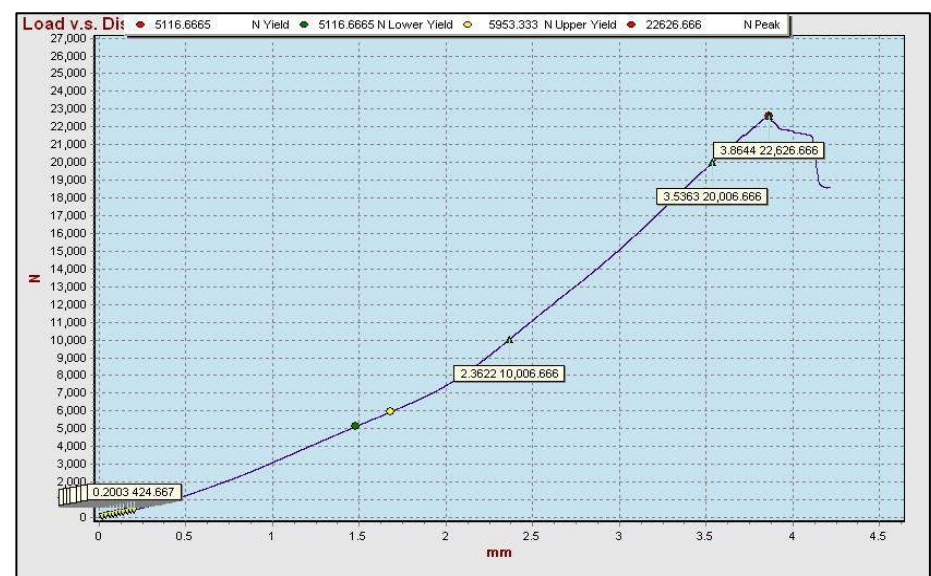
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV01B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	97,95
H2 (mm)	98,05
H3 (mm)	97,80
H4 (mm)	97,98
97,95	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	11,460
e2 (mm)	11,480
e3 (mm)	11,490
e4 (mm)	11,450
11,470	



CARGA MAXIMA (N):	22626,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	5,04

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	17,01	88,58%
10/01/2019	18:00:00	9,03	
10/01/2019	19:00:00	9,02	
10/01/2019	20:00:00	9,03	
10/01/2019	21:00:00	9,02	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

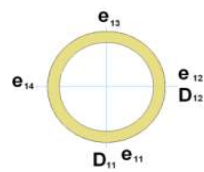
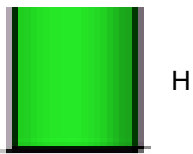
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

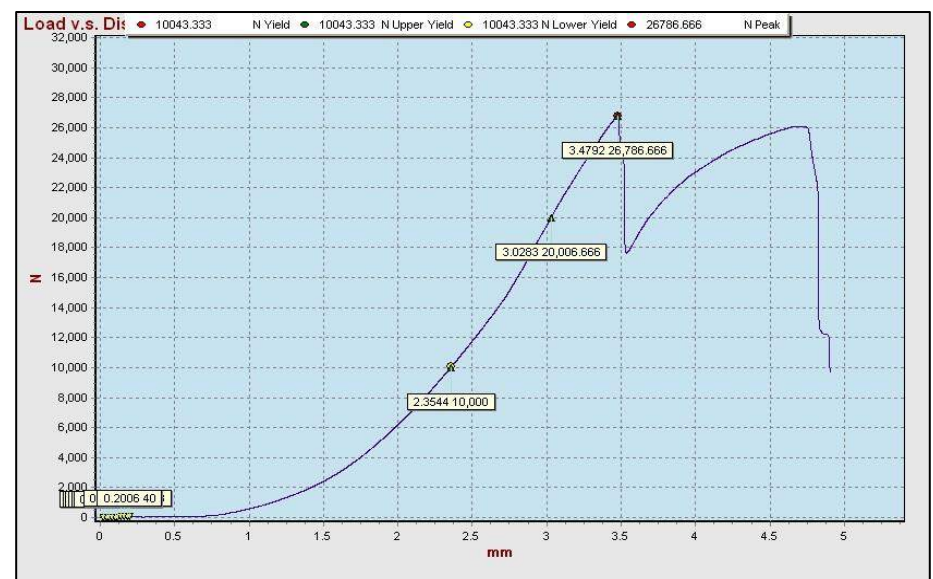
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV02B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



ALTURA PROBETA		H prom.
H1 (mm)	97,32	97,32
H2 (mm)	97,35	
H3 (mm)	97,31	
H4 (mm)	97,30	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	10,240	10,240
e2 (mm)	10,250	
e3 (mm)	10,250	
e4 (mm)	10,220	



CARGA MAXIMA (N):	26786,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	6,72

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	15,83	45,50%
10/01/2019	18:00:00	10,87	
10/01/2019	19:00:00	10,88	
10/01/2019	20:00:00	10,88	
10/01/2019	21:00:00	10,88	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

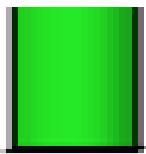
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

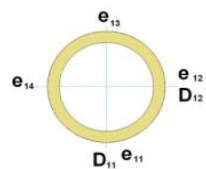
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV03B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

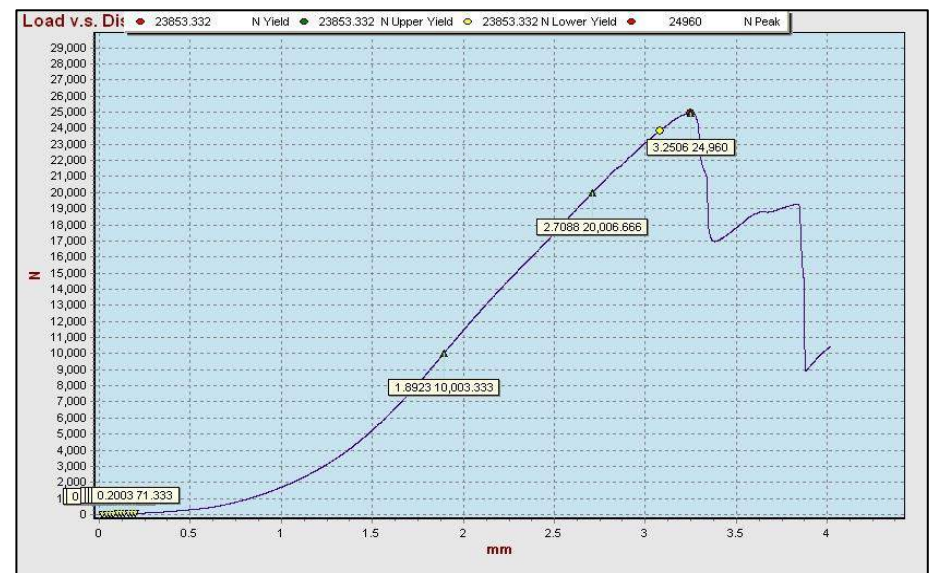


H



ALTURA PROBETA		H prom.
H1 (mm)	101,79	101,79
H2 (mm)	101,80	
H3 (mm)	101,79	
H4 (mm)	101,78	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	12,150	12,150
e2 (mm)	12,160	
e3 (mm)	12,150	
e4 (mm)	12,140	



CARGA MAXIMA (N):	24960,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	5,05

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	23,45	144,78%
10/01/2019	18:00:00	9,57	
10/01/2019	19:00:00	9,58	
10/01/2019	20:00:00	9,57	
10/01/2019	21:00:00	9,58	

OBSERVACIONES

--



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

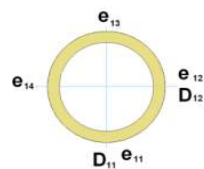
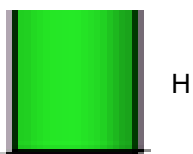
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

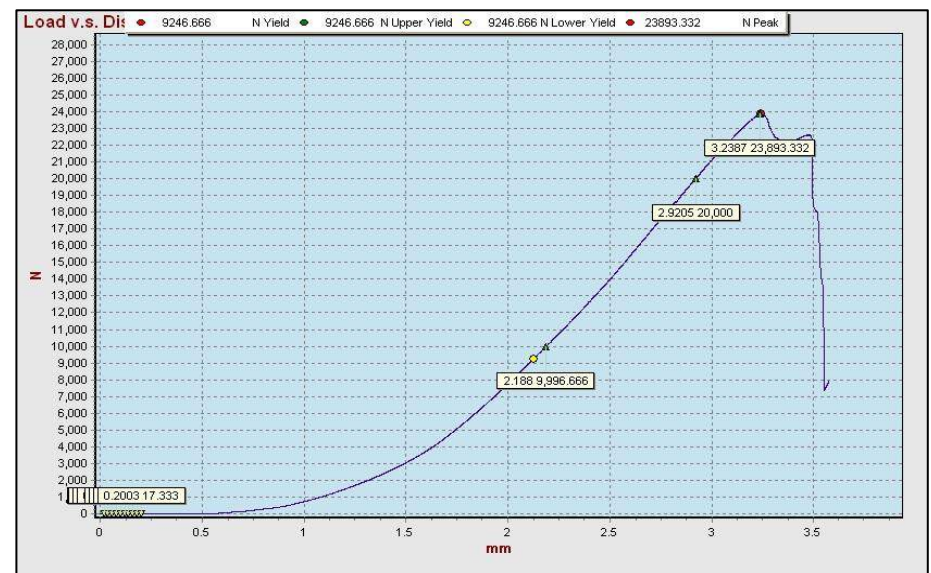
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV04B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	99,94
H2 (mm)	99,96
H3 (mm)	99,92
H4 (mm)	99,95
99,94	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	10,690
e2 (mm)	10,700
e3 (mm)	10,680
e4 (mm)	10,690
10,690	



CARGA MAXIMA (N):	23893,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	5,59

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	16,41	63,28%
10/01/2019	18:00:00	10,05	
10/01/2019	19:00:00	10,04	
10/01/2019	20:00:00	10,05	
10/01/2019	21:00:00	10,05	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

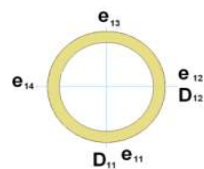
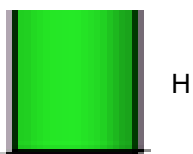
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

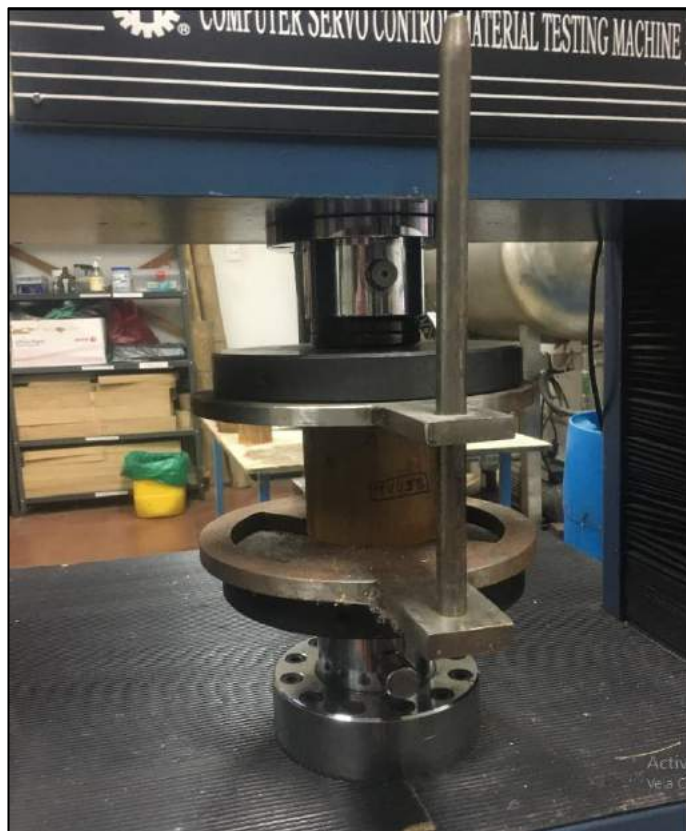
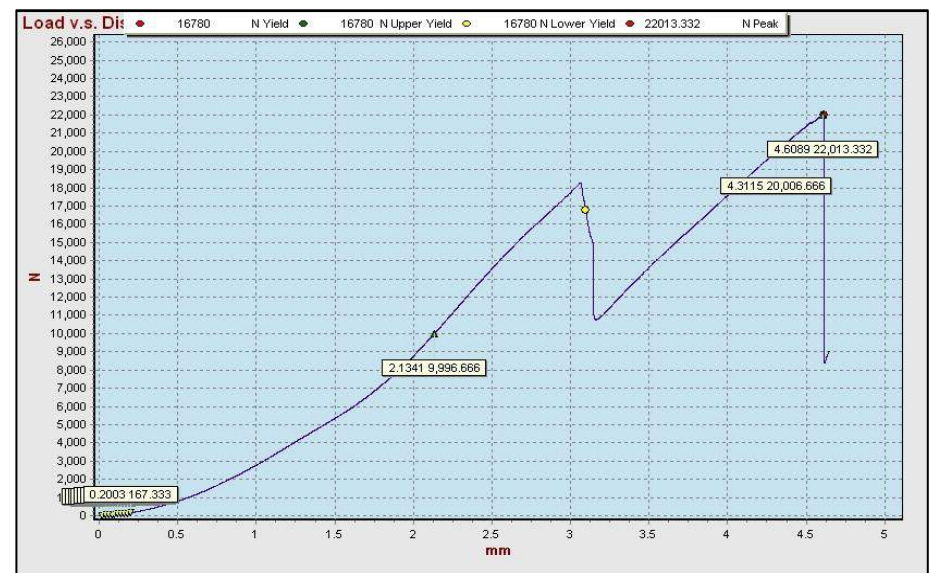
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV05B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	102,11
H2 (mm)	102,12
H3 (mm)	102,13
H4 (mm)	102,09
102,11	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	9,940
e2 (mm)	9,950
e3 (mm)	9,960
e4 (mm)	9,910
9,940	



CARGA MAXIMA (N):	22013,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	5,42

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	18,97	61,17%
10/01/2019	18:00:00	11,77	
10/01/2019	19:00:00	11,78	
10/01/2019	20:00:00	11,76	
10/01/2019	21:00:00	11,77	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

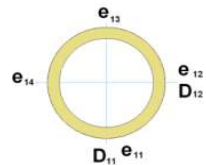
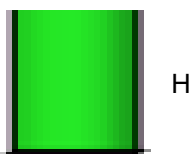
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

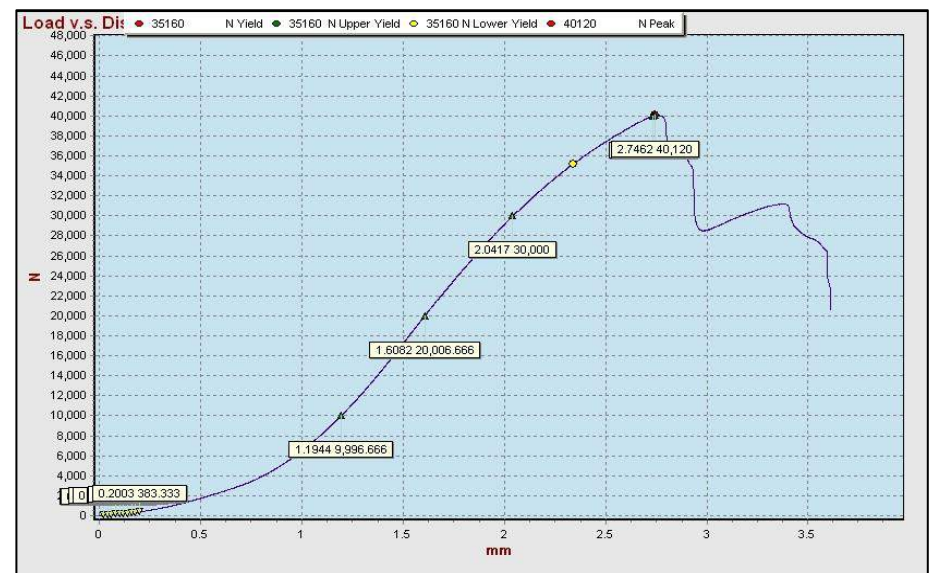
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV06B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	90,89
H2 (mm)	90,87
H3 (mm)	90,90
H4 (mm)	90,89
90,89	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	13,520
e2 (mm)	13,550
e3 (mm)	13,500
e4 (mm)	13,510
13,520	



CARGA MAXIMA (N):	40120,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	8,16

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	14,02	53,73%
10/01/2019	18:00:00	9,11	
10/01/2019	19:00:00	9,12	
10/01/2019	20:00:00	9,12	
10/01/2019	21:00:00	9,12	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

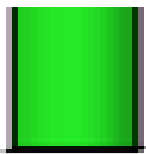
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

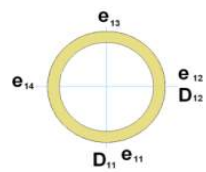
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV01M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

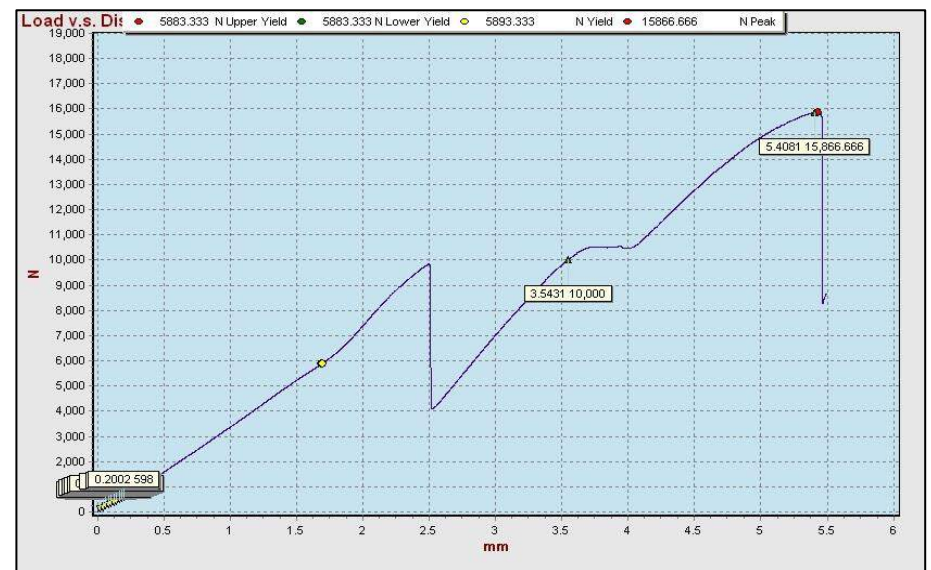


H



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	88,56
H2 (mm)	88,63
H3 (mm)	88,56
H4 (mm)	88,50
88,56	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	7,180
e2 (mm)	7,25
e3 (mm)	7,18
e4 (mm)	7,12
7,180	



CARGA MAXIMA (N):	15866,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	6,24

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	14,07	38,62%
10/01/2019	18:00:00	10,16	
10/01/2019	19:00:00	10,16	
10/01/2019	20:00:00	10,15	
10/01/2019	21:00:00	10,15	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

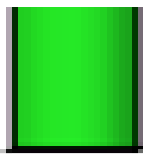
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

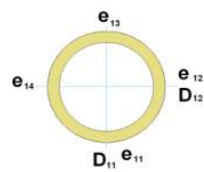
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV02M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

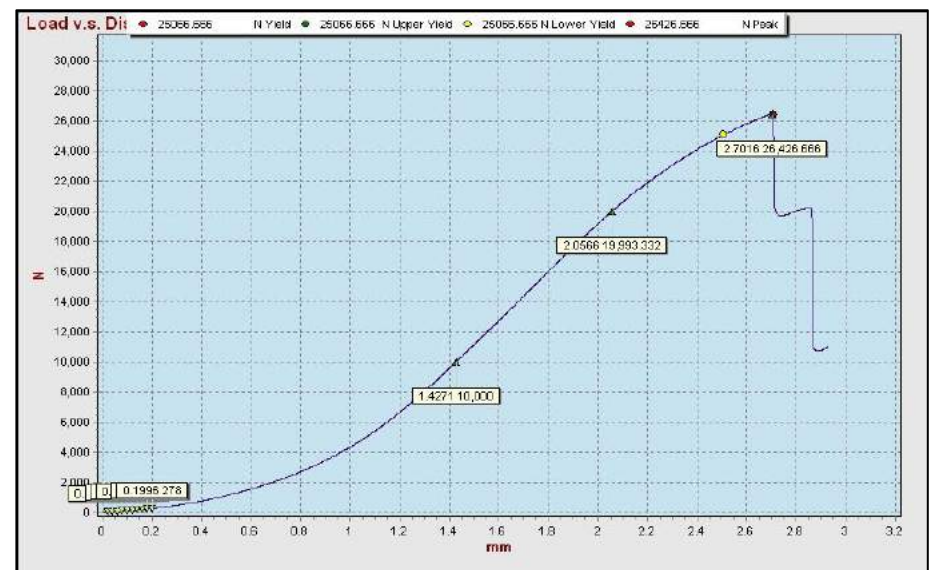


H



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	91,11
H2 (mm)	91,18
H3 (mm)	91,11
H4 (mm)	91,05
91,11	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	8,300
e2 (mm)	8,37
e3 (mm)	8,30
e4 (mm)	8,24
8,300	



CARGA MAXIMA (N):	26426,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	8,74

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	15,19	41,04%
10/01/2019	18:00:00	10,78	
10/01/2019	19:00:00	10,77	
10/01/2019	20:00:00	10,78	
10/01/2019	21:00:00	10,77	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

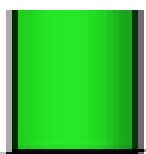
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

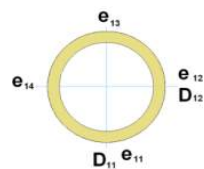
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV03M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

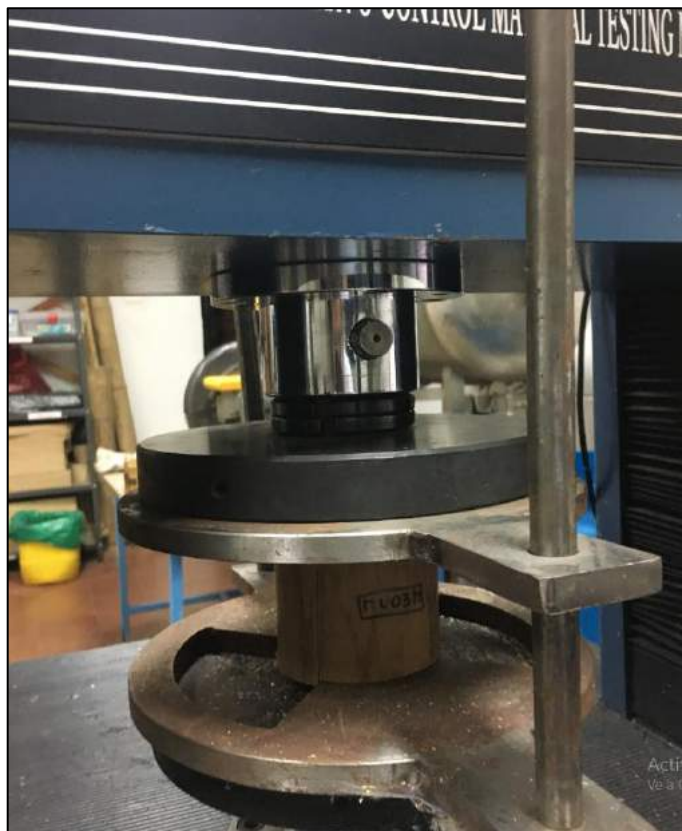
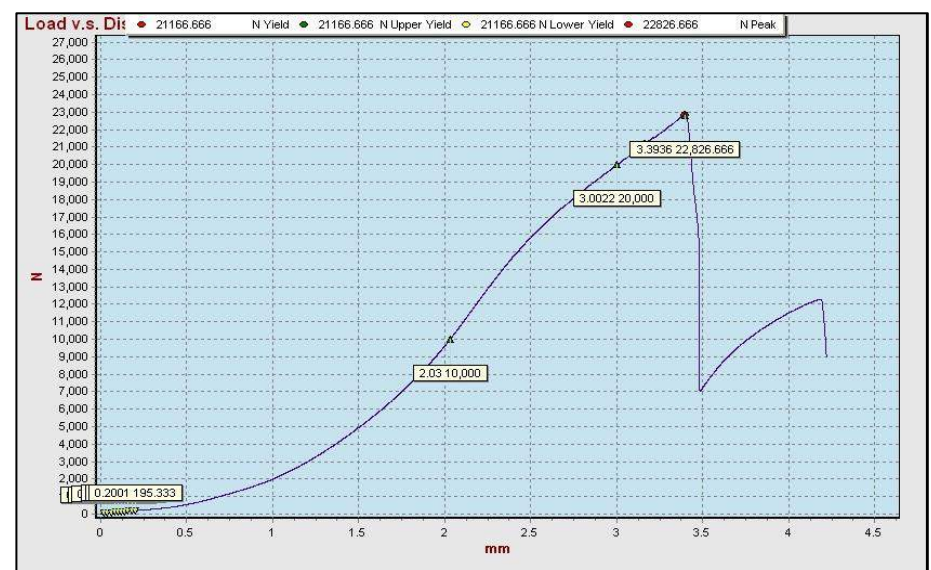


H



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	88,81
H2 (mm)	88,88
H3 (mm)	88,81
H4 (mm)	88,75
88,81	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	10,220
e2 (mm)	10,29
e3 (mm)	10,22
e4 (mm)	10,16
10,220	



CARGA MAXIMA (N):	22826,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	6,29

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	16,57	55,73%
10/01/2019	18:00:00	10,64	
10/01/2019	19:00:00	10,65	
10/01/2019	20:00:00	10,65	
10/01/2019	21:00:00	10,64	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

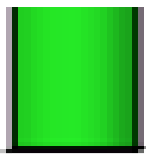
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

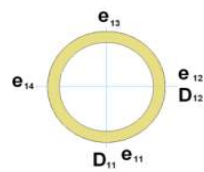
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV04M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

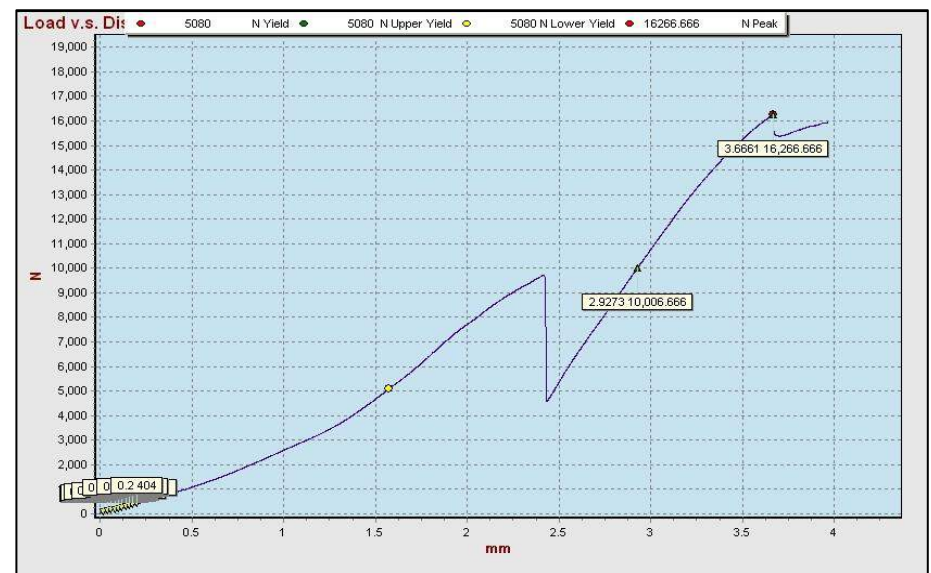


H



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	85,63
H2 (mm)	85,70
H3 (mm)	85,63
H4 (mm)	85,57
85,63	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	7,700
e2 (mm)	7,77
e3 (mm)	7,70
e4 (mm)	7,64
7,700	



CARGA MAXIMA (N):	16266,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	6,17



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	8,15	33,61%
10/01/2019	18:00:00	6,09	
10/01/2019	19:00:00	6,09	
10/01/2019	20:00:00	6,10	
10/01/2019	21:00:00	6,10	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

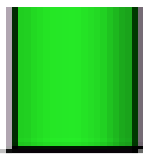
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

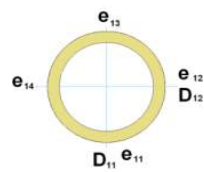
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV05M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

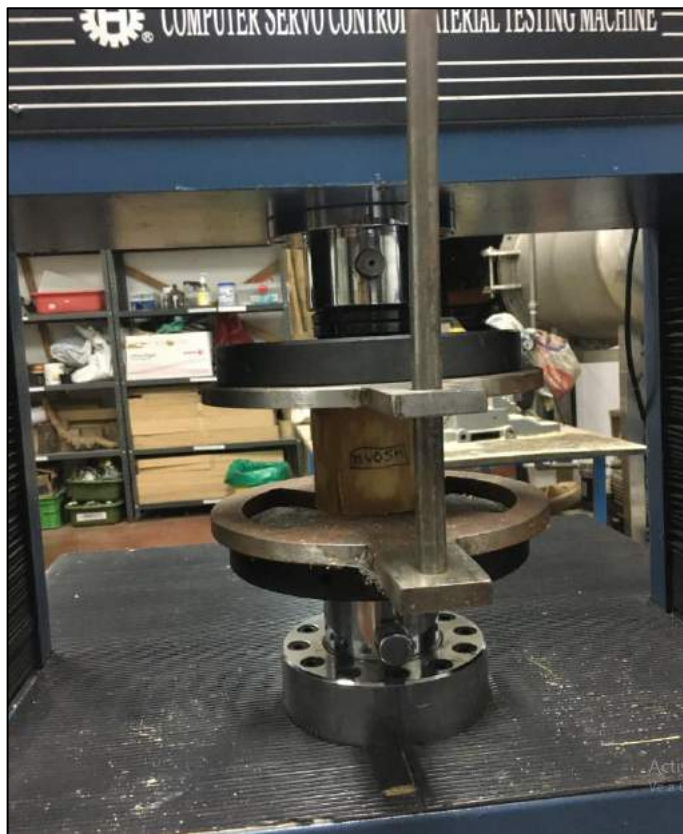
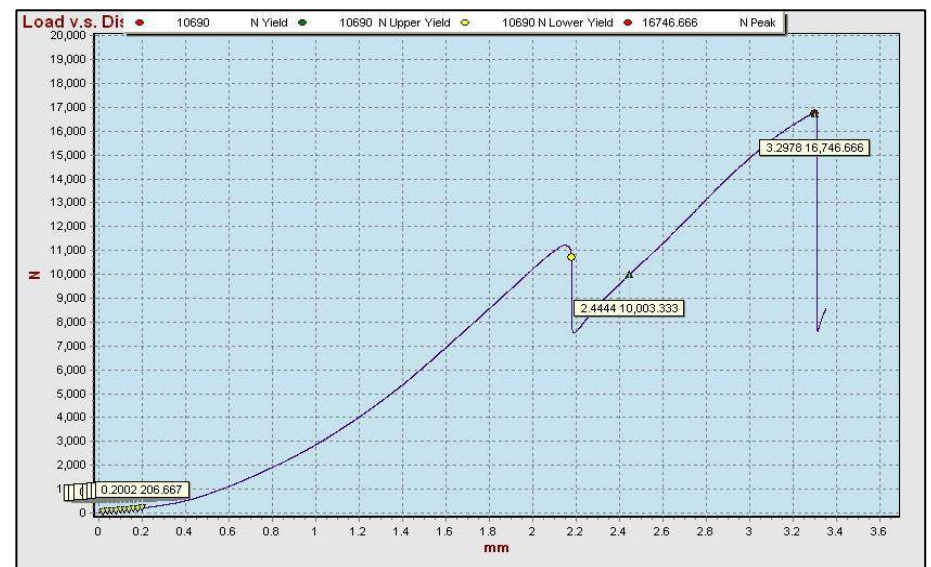


H



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	85,37
H2 (mm)	85,44
H3 (mm)	85,37
H4 (mm)	85,31
85,37	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	7,020
e2 (mm)	7,09
e3 (mm)	7,02
e4 (mm)	6,96
7,020	



CARGA MAXIMA (N):	16746,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	6,99

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	7,93	37,67%
10/01/2019	18:00:00	5,76	
10/01/2019	19:00:00	5,76	
10/01/2019	20:00:00	5,77	
10/01/2019	21:00:00	5,76	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

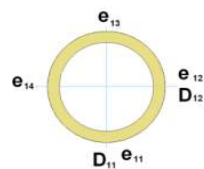
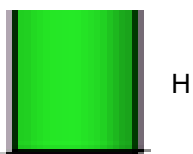
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

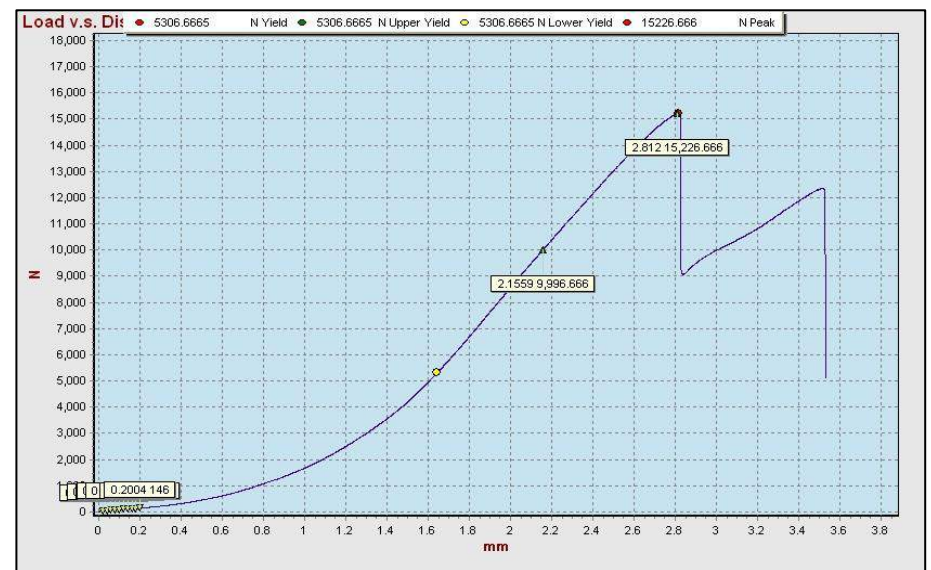
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV06M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	86,43
H2 (mm)	86,50
H3 (mm)	86,43
H4 (mm)	86,37
86,43	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	7,080
e2 (mm)	7,15
e3 (mm)	7,08
e4 (mm)	7,02
7,080	



CARGA MAXIMA (N):	15226,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	6,22

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	8,81	21,69%
10/01/2019	18:00:00	7,23	
10/01/2019	19:00:00	7,23	
10/01/2019	20:00:00	7,24	
10/01/2019	21:00:00	7,24	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

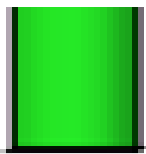
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

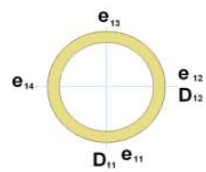
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV01S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

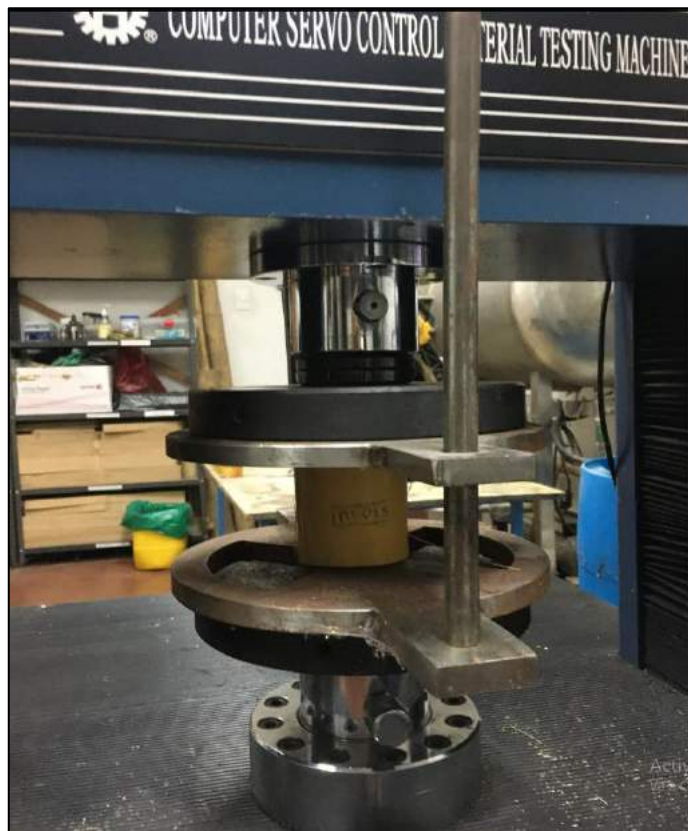
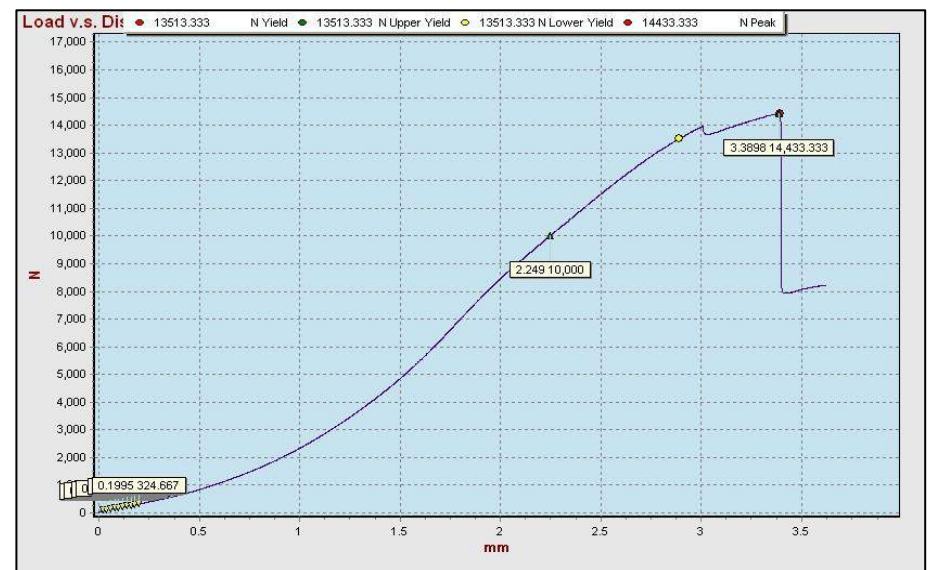


H



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	75,23
H2 (mm)	75,30
H3 (mm)	75,23
H4 (mm)	75,17
75,23	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	7,790
e2 (mm)	7,86
e3 (mm)	7,79
e4 (mm)	7,73
7,790	



CARGA MAXIMA (N):	14433,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	6,16

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	8,52	134,07%
10/01/2019	18:00:00	3,64	
10/01/2019	19:00:00	3,64	
10/01/2019	20:00:00	3,64	
10/01/2019	21:00:00	3,64	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

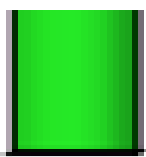
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

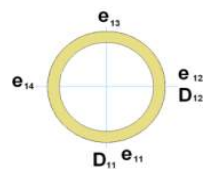
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV02S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

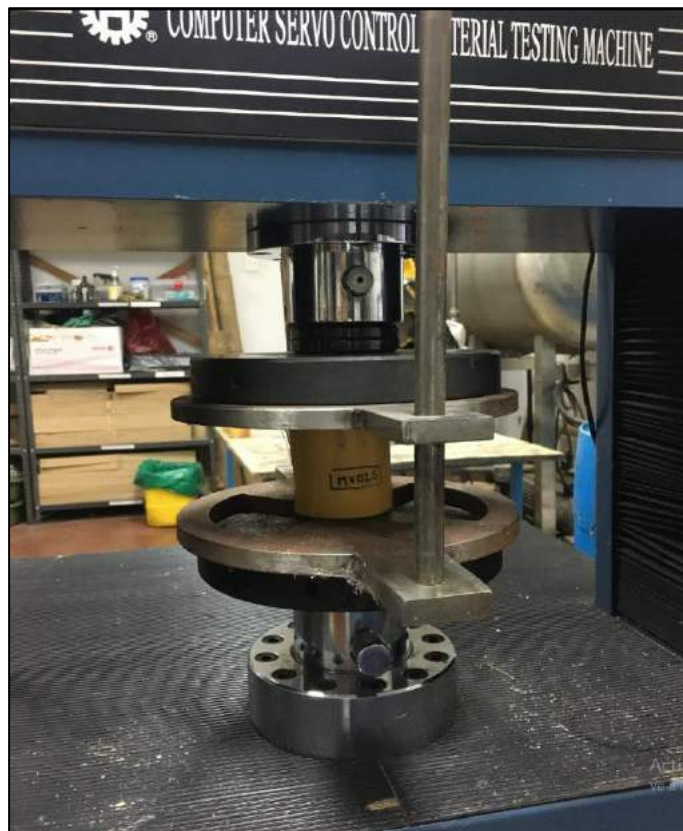
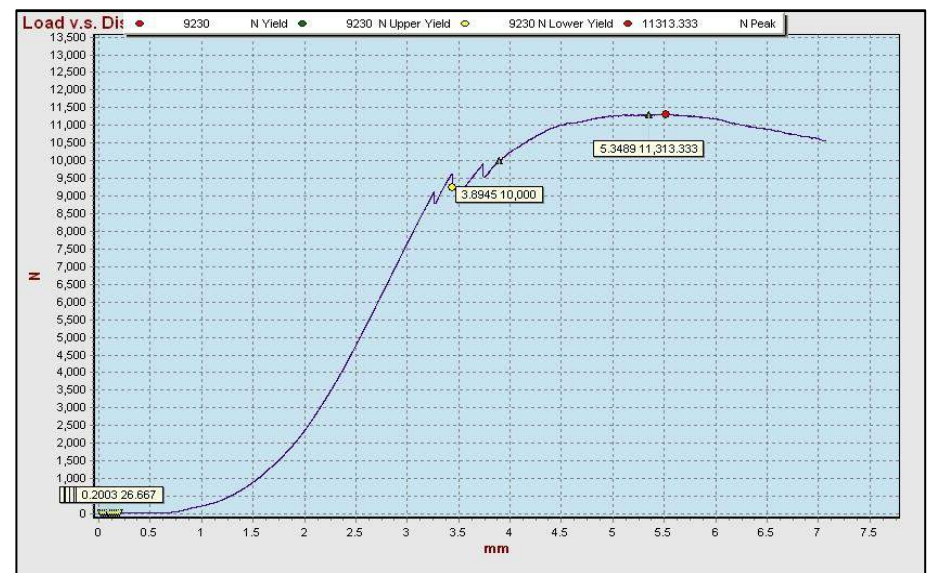


H



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	71,31
H2 (mm)	71,38
H3 (mm)	71,31
H4 (mm)	71,25
71,31	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	8,080
e2 (mm)	8,15
e3 (mm)	8,08
e4 (mm)	8,02
8,080	



CARGA MAXIMA (N):	11313,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	4,91

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	7,76	152,77%
10/01/2019	18:00:00	3,08	
10/01/2019	19:00:00	3,08	
10/01/2019	20:00:00	3,07	
10/01/2019	21:00:00	3,07	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

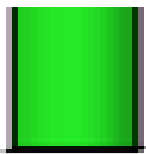
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

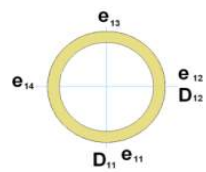
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV03S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

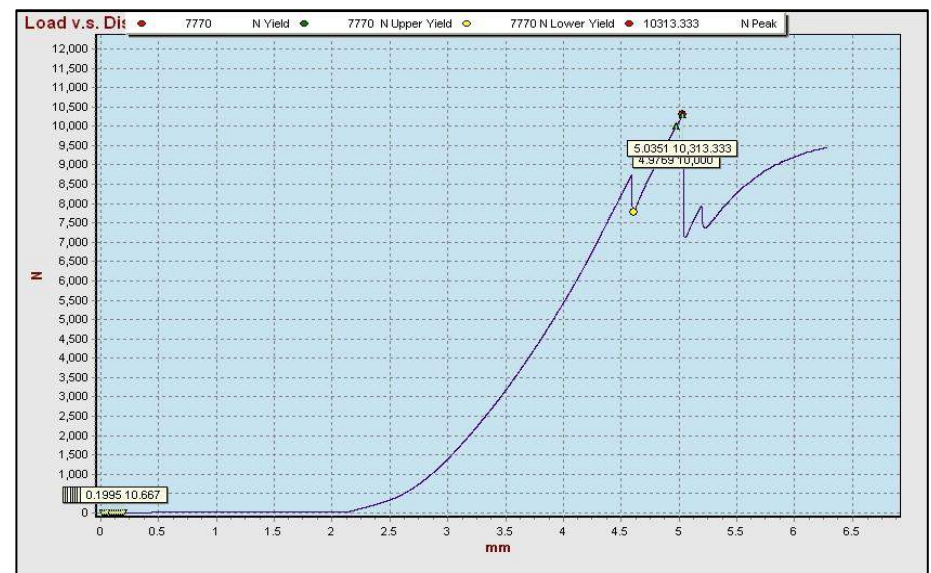


H

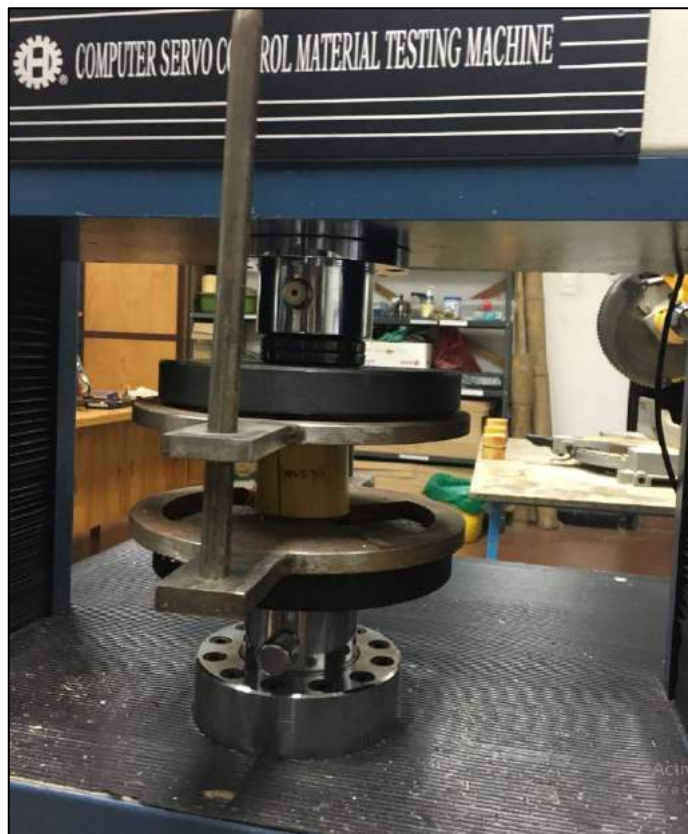


ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	69,33
H2 (mm)	69,40
H3 (mm)	69,33
H4 (mm)	69,27
69,33	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	6,780
e2 (mm)	6,85
e3 (mm)	6,78
e4 (mm)	6,72
6,780	



CARGA MAXIMA (N):	10313,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	5,49



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	10,32	146,89%
10/01/2019	18:00:00	4,19	
10/01/2019	19:00:00	4,18	
10/01/2019	20:00:00	4,18	
10/01/2019	21:00:00	4,18	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

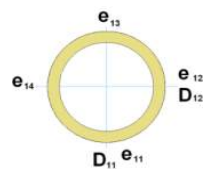
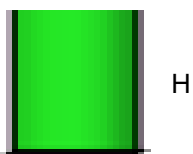
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV04S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

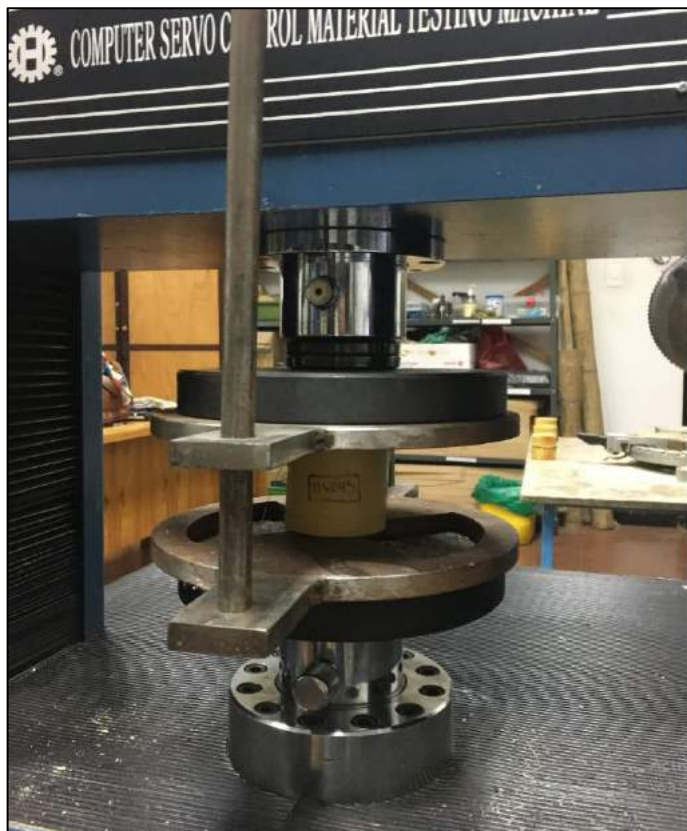


ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	69,62
H2 (mm)	69,69
H3 (mm)	69,62
H4 (mm)	69,56
69,62	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	6,280
e2 (mm)	6,35
e3 (mm)	6,28
e4 (mm)	6,22
6,280	



CARGA MAXIMA (N):	8610,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	4,92



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	9,67	127,00%
10/01/2019	18:00:00	4,26	
10/01/2019	19:00:00	4,27	
10/01/2019	20:00:00	4,26	
10/01/2019	21:00:00	4,26	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

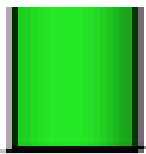
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

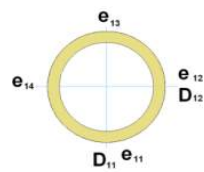
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV05S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

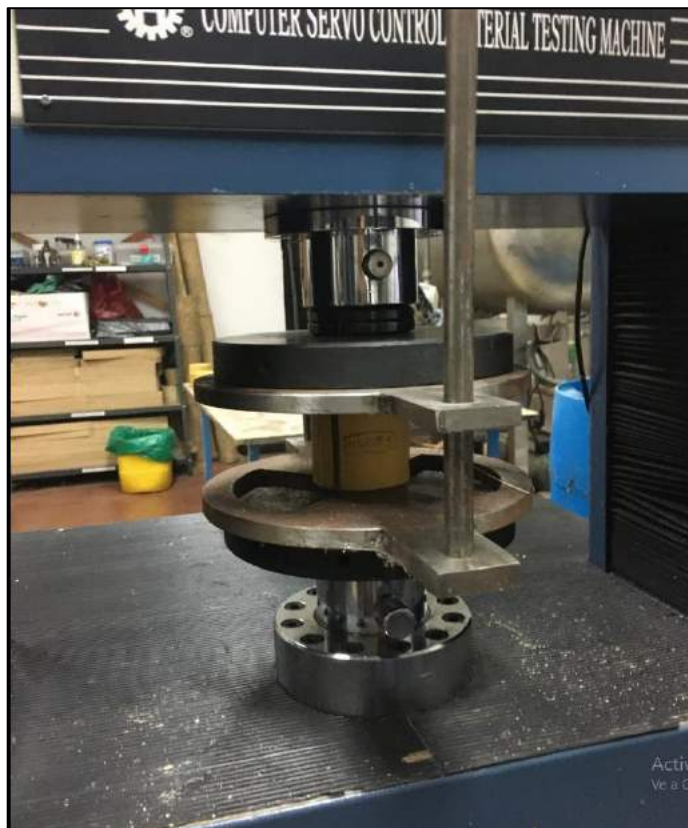
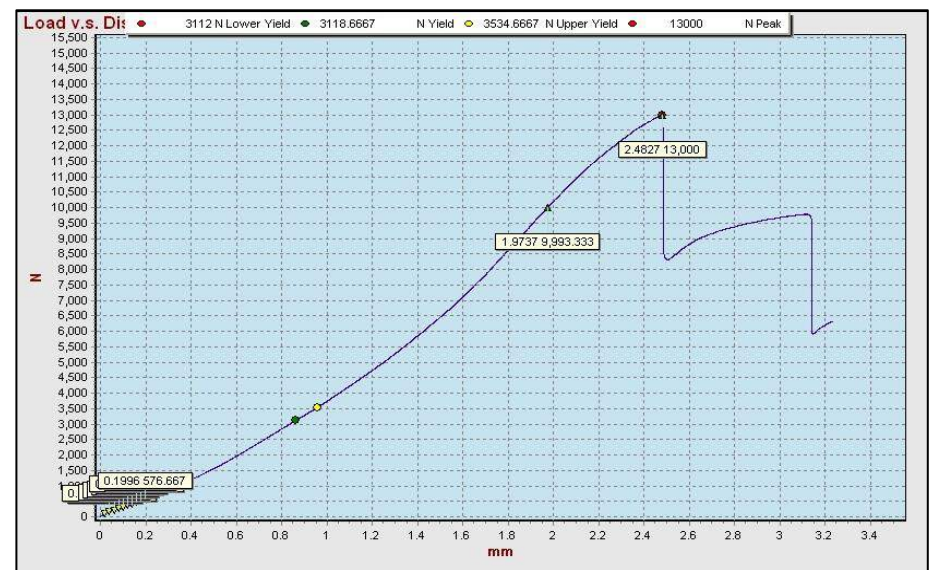


H



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	74,90
H2 (mm)	74,97
H3 (mm)	74,90
H4 (mm)	74,84
74,90	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	6,950
e2 (mm)	7,02
e3 (mm)	6,95
e4 (mm)	6,89
6,950	



CARGA MAXIMA (N):	13000,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	6,24

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	8,76	138,04%
10/01/2019	18:00:00	3,68	
10/01/2019	19:00:00	3,68	
10/01/2019	20:00:00	3,67	
10/01/2019	21:00:00	3,68	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

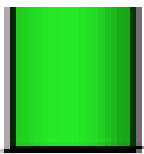
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

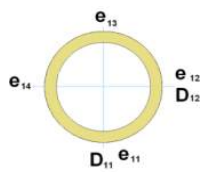
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV06S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

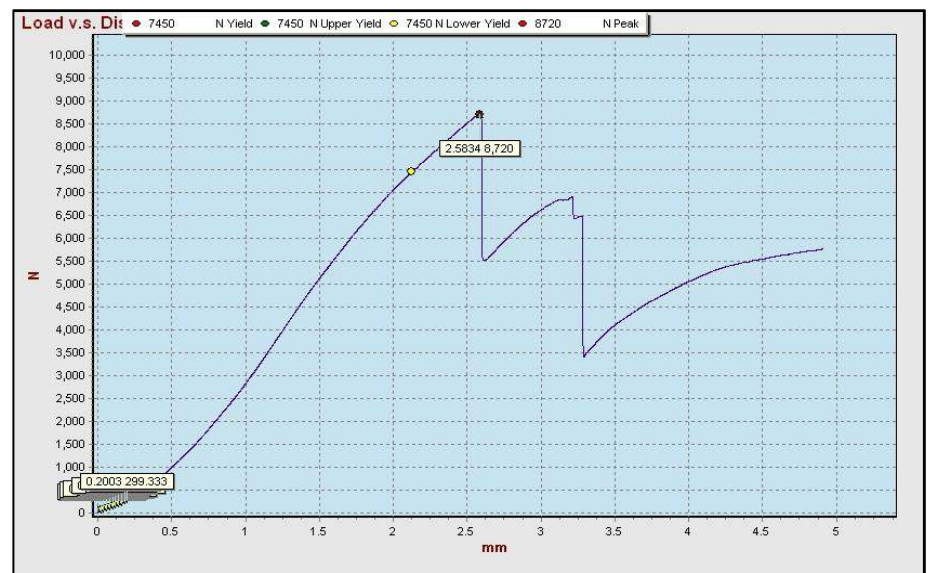


H



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	71,14
H2 (mm)	71,21
H3 (mm)	71,14
H4 (mm)	71,08
71,14	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	7,190
e2 (mm)	7,26
e3 (mm)	7,19
e4 (mm)	7,13
7,190	



CARGA MAXIMA (N):	8720,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	4,26

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	10,69	144,62%
10/01/2019	18:00:00	4,36	
10/01/2019	19:00:00	4,36	
10/01/2019	20:00:00	4,37	
10/01/2019	21:00:00	4,37	

OBSERVACIONES

--



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

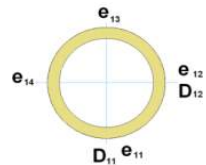
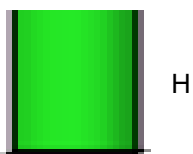
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

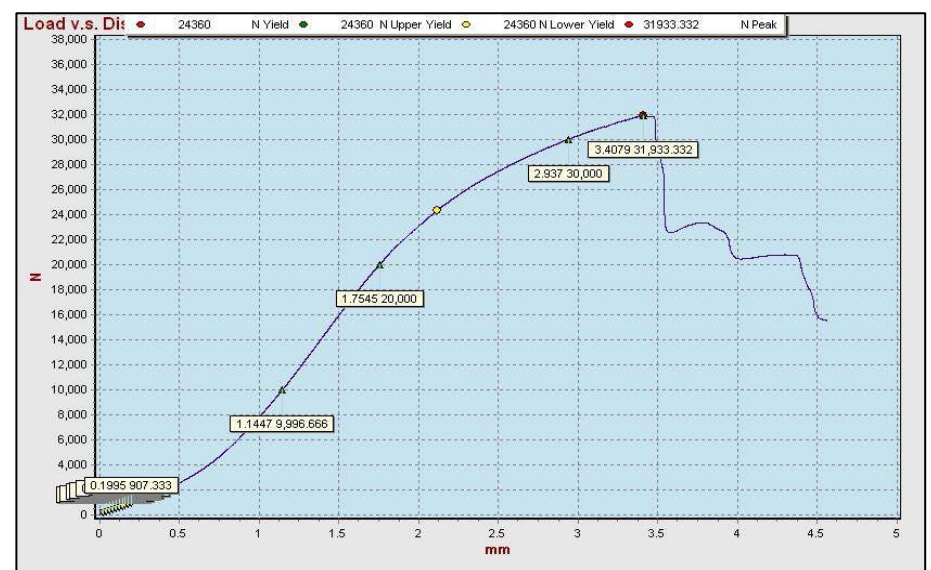
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MVN01B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	98,16
H2 (mm)	98,15
H3 (mm)	98,17
H4 (mm)	98,15
98,16	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	12,340
e2 (mm)	12,360
e3 (mm)	12,330
e4 (mm)	12,330
12,340	



CARGA MAXIMA (N):	31933,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	6,59

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	22,76	90,30%
10/01/2019	18:00:00	11,96	
10/01/2019	19:00:00	11,96	
10/01/2019	20:00:00	11,96	
10/01/2019	21:00:00	11,96	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

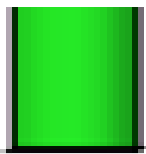
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

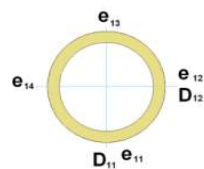
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MVN02B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

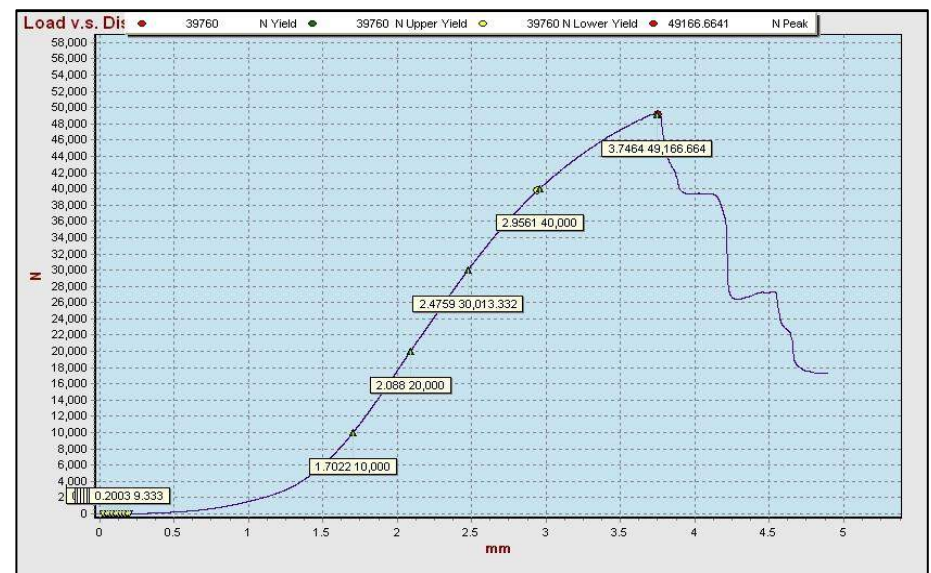


H



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	94,35
H2 (mm)	94,37
H3 (mm)	94,33
H4 (mm)	94,34
94,35	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	17,240
e2 (mm)	17,250
e3 (mm)	17,260
e4 (mm)	17,210
17,240	



CARGA MAXIMA (N):	49166,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	7,56

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	32,74	76,78%
10/01/2019	18:00:00	18,53	
10/01/2019	19:00:00	18,51	
10/01/2019	20:00:00	18,52	
10/01/2019	21:00:00	18,52	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

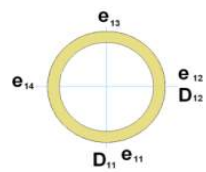
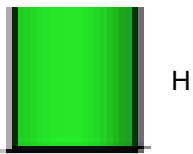
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

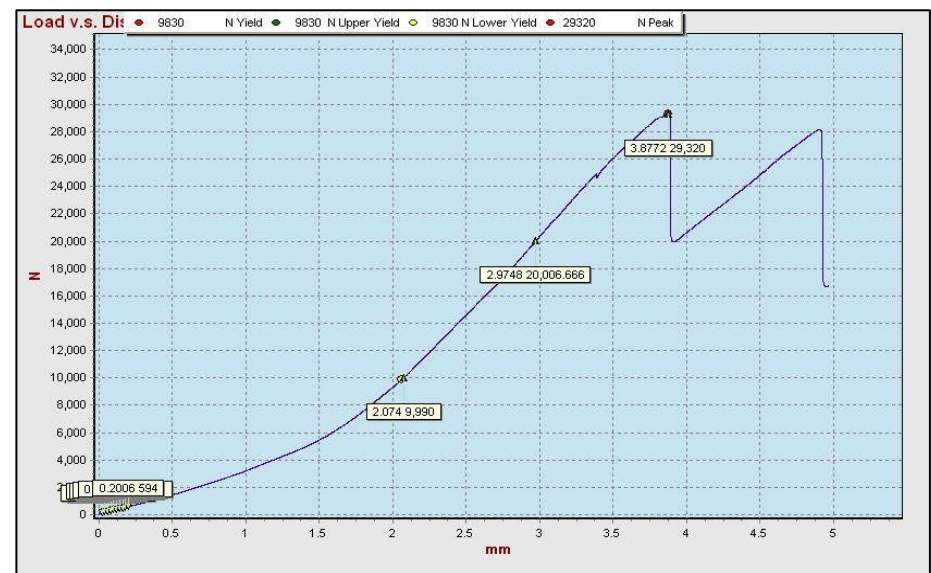
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MVN03B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	100,37
H2 (mm)	100,40
H3 (mm)	100,35
H4 (mm)	100,36
100,37	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	11,650
e2 (mm)	11,670
e3 (mm)	11,660
e4 (mm)	11,620
11,650	



CARGA MAXIMA (N):	29320,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	6,27

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	13,99	66,75%
10/01/2019	18:00:00	8,38	
10/01/2019	19:00:00	8,39	
10/01/2019	20:00:00	8,39	
10/01/2019	21:00:00	8,39	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

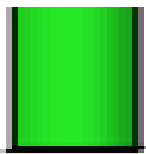
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

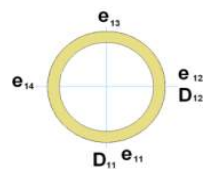
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MV04B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

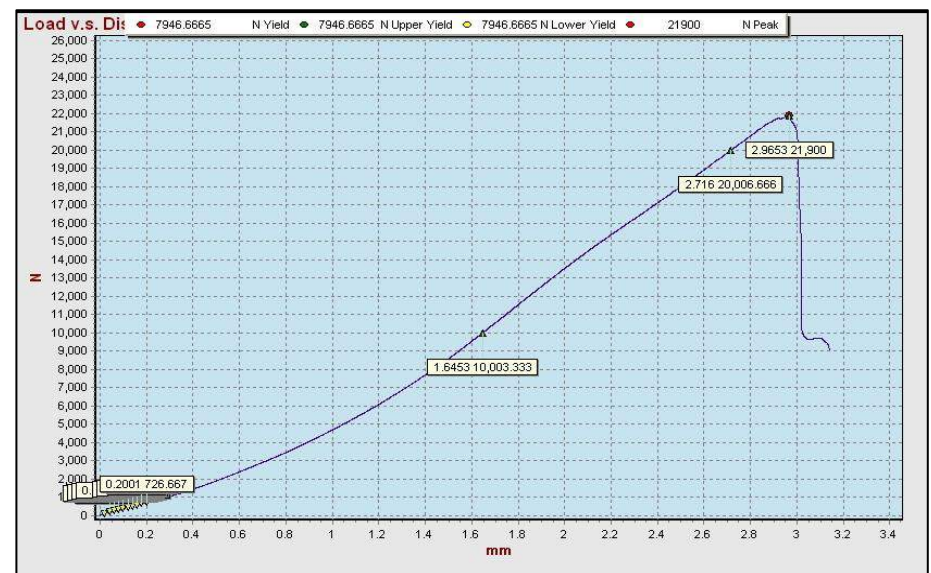


H



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	99,94
H2 (mm)	97,96
H3 (mm)	97,93
H4 (mm)	97,96
98,45	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	10,690
e2 (mm)	11,470
e3 (mm)	11,450
e4 (mm)	11,460
11,268	



CARGA MAXIMA (N):	23893,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	5,59

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	16,41	63,28%
10/01/2019	18:00:00	10,06	
10/01/2019	19:00:00	10,05	
10/01/2019	20:00:00	10,05	
10/01/2019	21:00:00	10,05	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

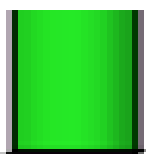
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

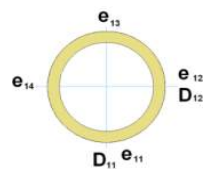
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MVN05B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

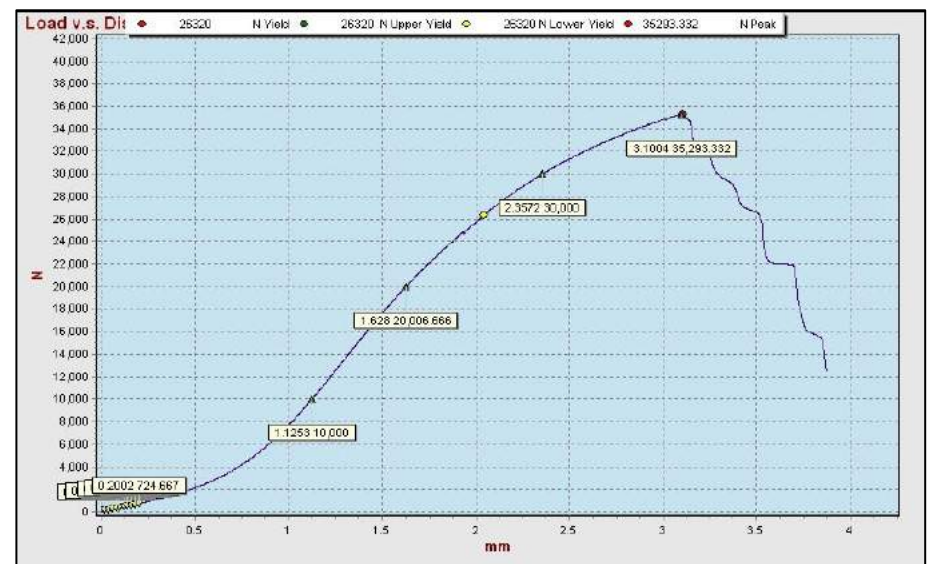


H



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	101,43
H2 (mm)	101,50
H3 (mm)	101,43
H4 (mm)	101,37
101,43	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	10,300
e2 (mm)	10,900
e3 (mm)	9,700
e4 (mm)	10,300
10,300	



CARGA MAXIMA (N):	35293,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	8,45

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	19,30	81,22%
10/01/2019	18:00:00	10,66	
10/01/2019	19:00:00	10,65	
10/01/2019	20:00:00	10,66	
10/01/2019	21:00:00	10,65	

OBSERVACIONES

--



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

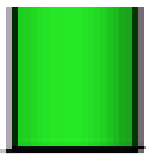
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

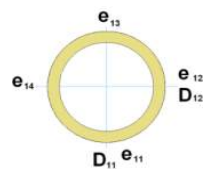
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MVN06B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

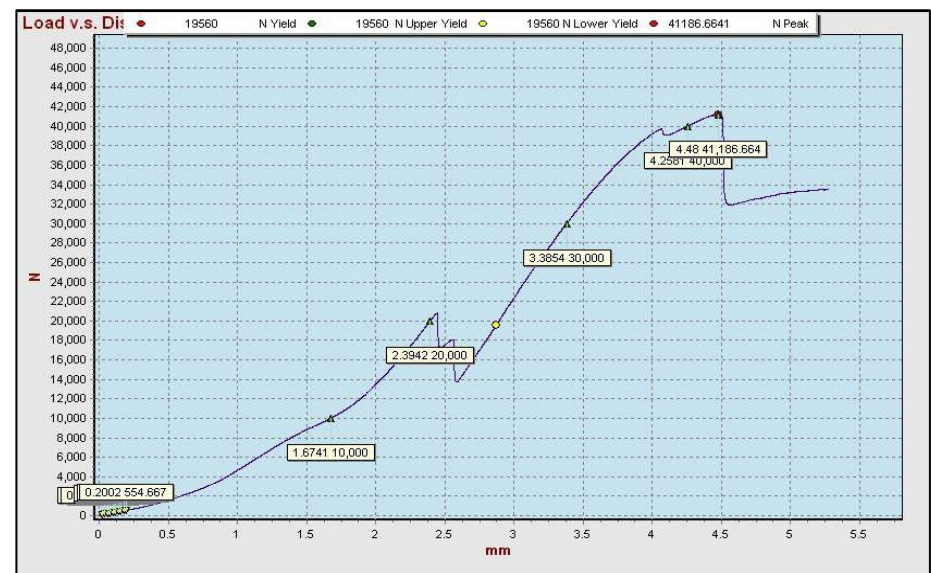


H



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	91,16
H2 (mm)	91,23
H3 (mm)	91,16
H4 (mm)	91,10
91,16	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	14,270	14,270
e2 (mm)	14,870	
e3 (mm)	13,670	
e4 (mm)	14,270	



CARGA MAXIMA (N):	41186,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	7,92

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	30,78	67,37%
10/01/2019	18:00:00	18,39	
10/01/2019	19:00:00	18,40	
10/01/2019	20:00:00	18,40	
10/01/2019	21:00:00	18,39	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

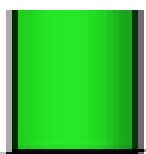
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

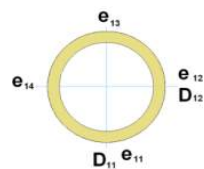
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MVN01M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



H



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	92,57
H2 (mm)	92,64
H3 (mm)	92,57
H4 (mm)	92,51
92,57	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	8,190
e2 (mm)	8,790
e3 (mm)	7,590
e4 (mm)	8,190
8,190	



CARGA MAXIMA (N):	23253,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	7,67

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	9,45	61,54%
10/01/2019	18:00:00	5,86	
10/01/2019	19:00:00	5,86	
10/01/2019	20:00:00	5,85	
10/01/2019	21:00:00	5,85	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

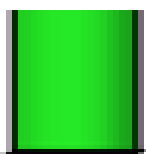
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

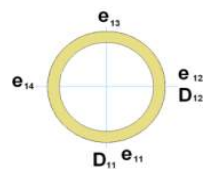
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MVN02M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



H



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	93,92
H2 (mm)	93,99
H3 (mm)	93,92
H4 (mm)	93,86
93,92	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	7,980
e2 (mm)	8,580
e3 (mm)	7,380
e4 (mm)	7,980
7,980	



CARGA MAXIMA (N):	27453,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	9,16

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	12,98	58,10%
10/01/2019	18:00:00	8,20	
10/01/2019	19:00:00	8,20	
10/01/2019	20:00:00	8,20	
10/01/2019	21:00:00	8,21	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

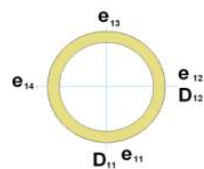
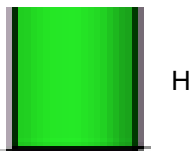
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

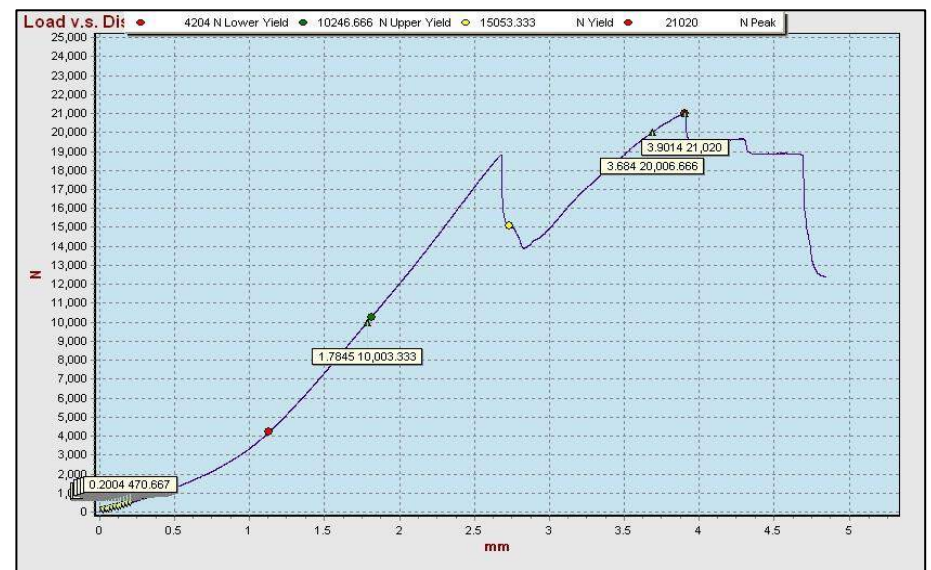
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MVN03M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



ALTURA PROBETA		H prom.
H1 (mm)	90,17	90,17
H2 (mm)	90,24	
H3 (mm)	90,17	
H4 (mm)	90,11	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	10,580	10,580
e2 (mm)	11,180	
e3 (mm)	9,980	
e4 (mm)	10,580	



CARGA MAXIMA (N):	21020,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	5,51

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	11,76	39,34%
10/01/2019	18:00:00	8,44	
10/01/2019	19:00:00	8,45	
10/01/2019	20:00:00	8,44	
10/01/2019	21:00:00	8,44	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

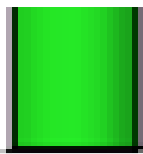
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

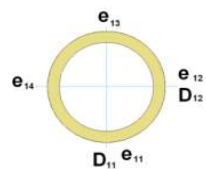
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MVN04M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

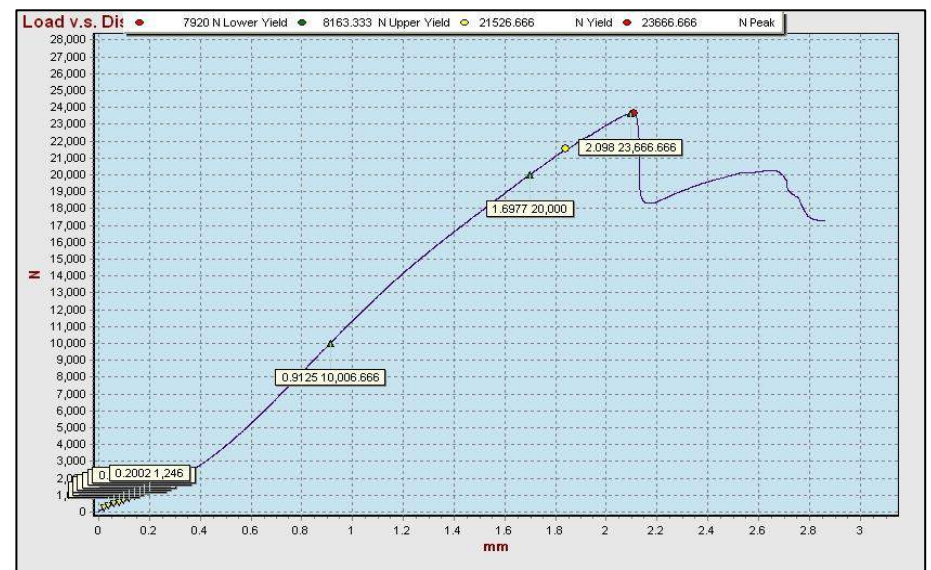


H



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	87,21
H2 (mm)	87,28
H3 (mm)	87,21
H4 (mm)	87,15
87,21	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	6,960
e2 (mm)	7,560
e3 (mm)	6,360
e4 (mm)	6,960
6,960	



CARGA MAXIMA (N):	23666,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	9,75

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	11,38	43,32%
10/01/2019	18:00:00	7,95	
10/01/2019	19:00:00	7,94	
10/01/2019	20:00:00	7,95	
10/01/2019	21:00:00	7,94	

OBSERVACIONES

--



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

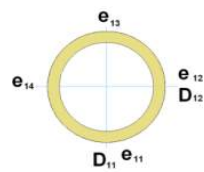
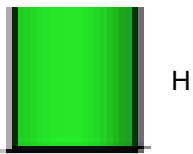
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

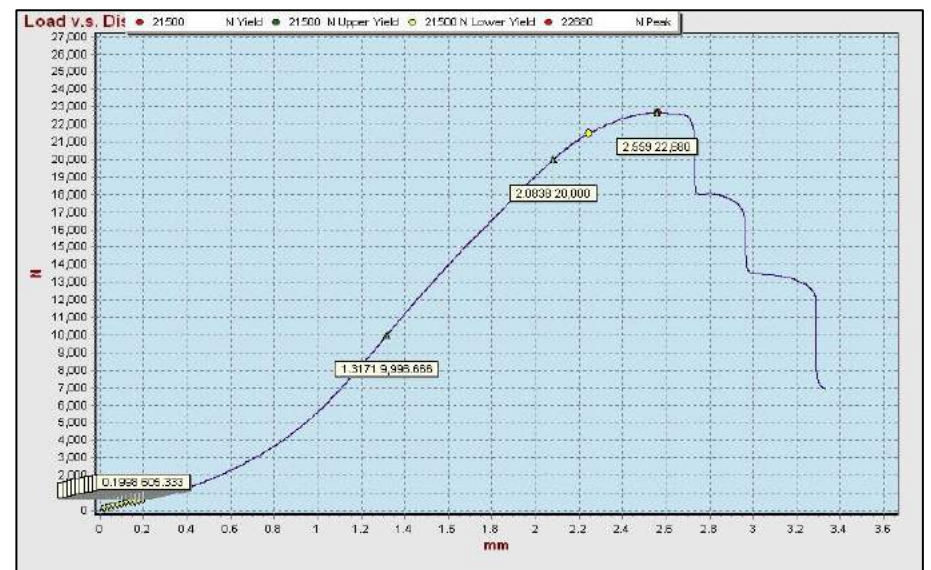
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MVN05M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	88,64
H2 (mm)	88,71
H3 (mm)	88,64
H4 (mm)	88,58
88,64	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	7,810
e2 (mm)	8,410
e3 (mm)	7,210
e4 (mm)	7,810
7,810	



CARGA MAXIMA (N):	22680,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	8,19

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	11,00	49,05%
10/01/2019	18:00:00	7,39	
10/01/2019	19:00:00	7,38	
10/01/2019	20:00:00	7,39	
10/01/2019	21:00:00	7,38	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

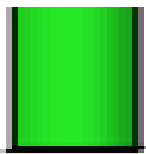
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

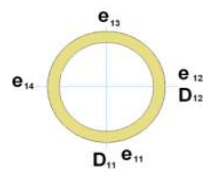
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MVN06M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

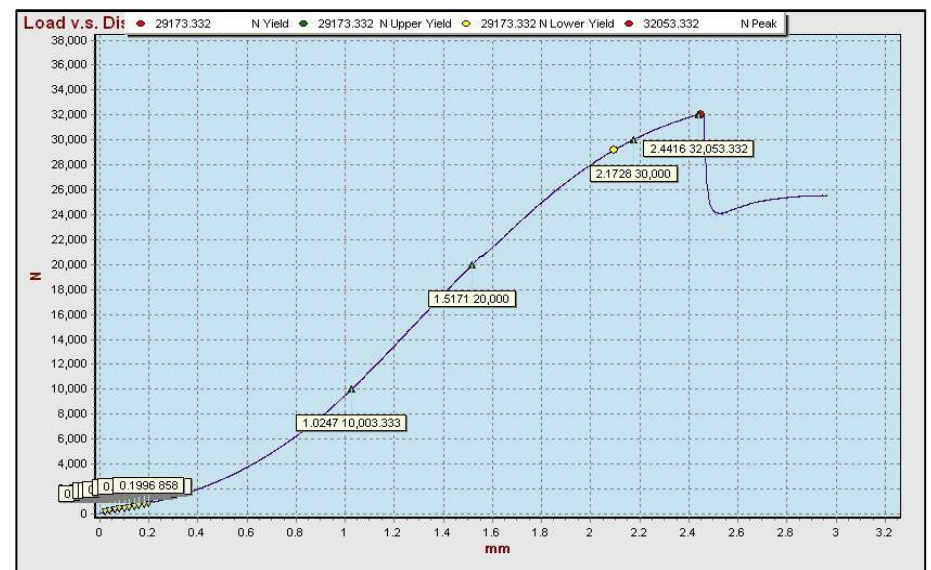


H



ALTURA PROBETA		H prom.
H1 (mm)	105,49	105,49
H2 (mm)	105,56	
H3 (mm)	105,49	
H4 (mm)	105,43	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	8,130	8,130
e2 (mm)	8,730	
e3 (mm)	7,530	
e4 (mm)	8,130	



CARGA MAXIMA (N):	32053,33
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	9,34

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	15,10	54,40%
10/01/2019	18:00:00	9,79	
10/01/2019	19:00:00	9,79	
10/01/2019	20:00:00	9,78	
10/01/2019	21:00:00	9,78	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

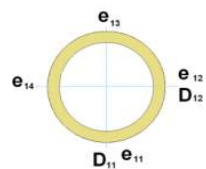
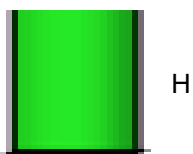
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

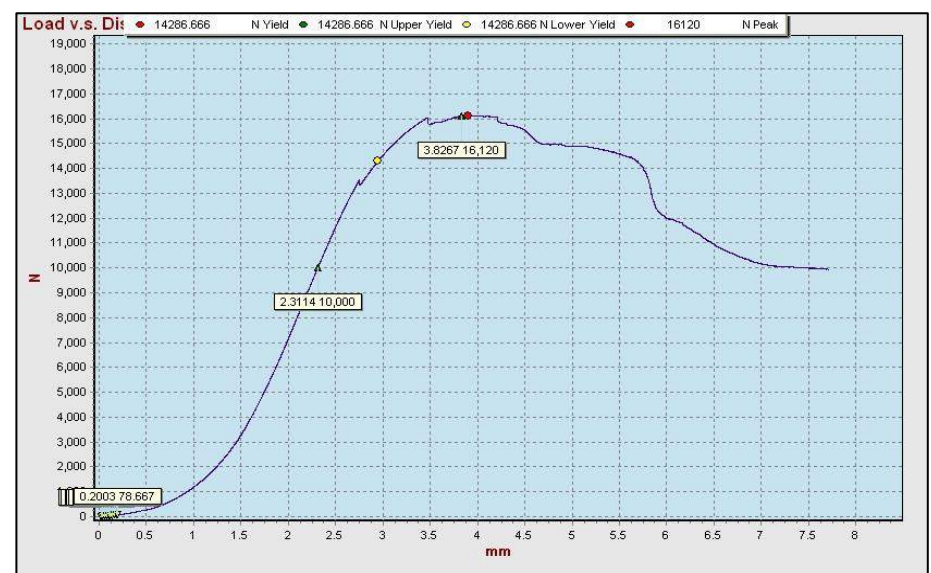
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MVN01S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	73,19
H2 (mm)	73,26
H3 (mm)	73,19
H4 (mm)	73,13
73,19	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	7,190
e2 (mm)	7,790
e3 (mm)	6,590
e4 (mm)	7,190
7,190	



CARGA MAXIMA (N):	16120,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	7,66

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	13,42	130,19%
10/01/2019	18:00:00	5,84	
10/01/2019	19:00:00	5,83	
10/01/2019	20:00:00	5,83	
10/01/2019	21:00:00	5,83	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

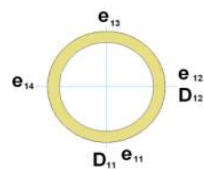
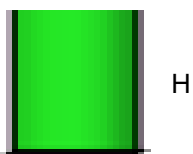
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

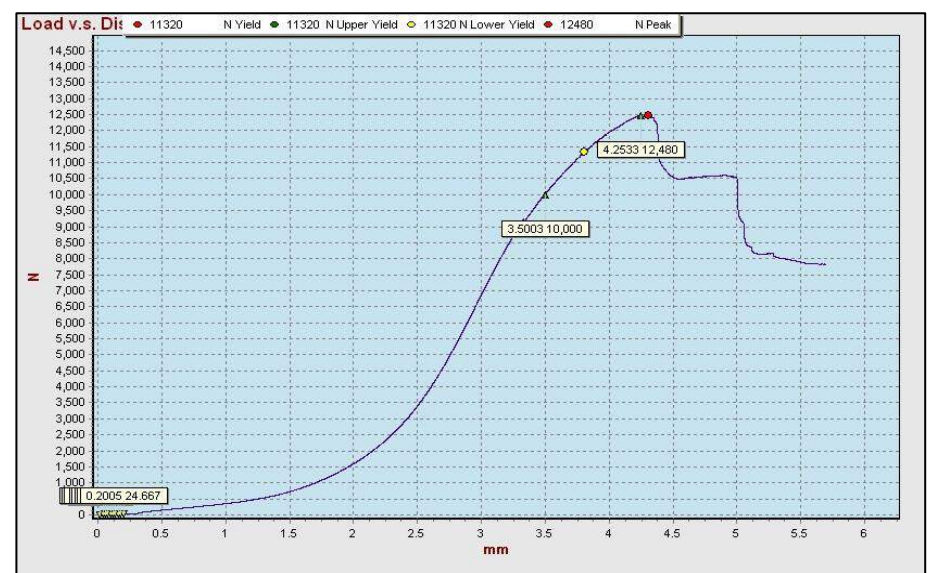
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MVN02S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	70,59
H2 (mm)	70,66
H3 (mm)	70,59
H4 (mm)	70,53
70,59	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	7,900	7,900
e2 (mm)	8,500	
e3 (mm)	7,300	
e4 (mm)	7,900	



CARGA MAXIMA (N):	12480,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	5,59

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	11,64	126,90%
10/01/2019	18:00:00	5,12	
10/01/2019	19:00:00	5,13	
10/01/2019	20:00:00	5,12	
10/01/2019	21:00:00	5,13	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

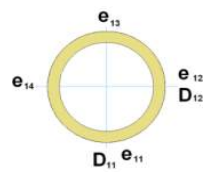
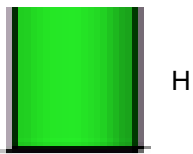
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

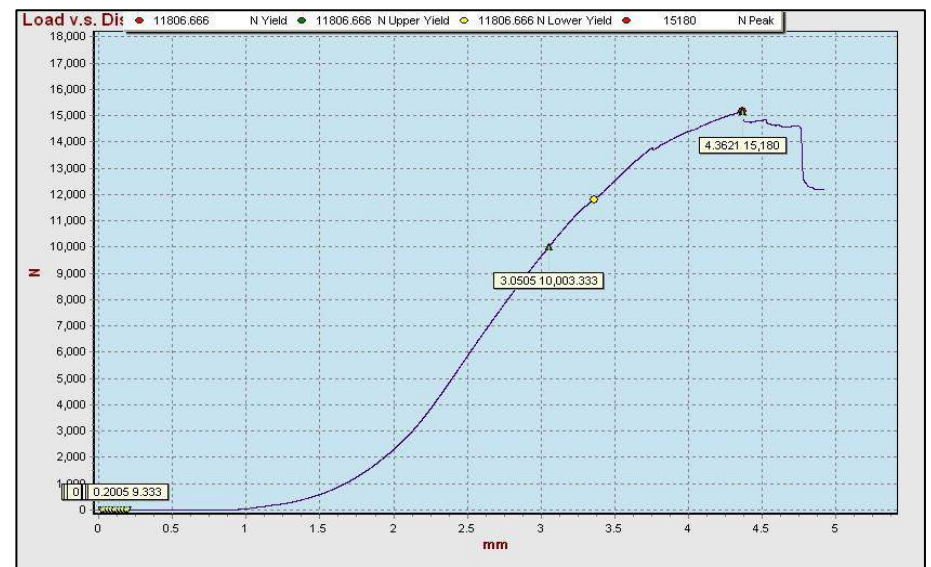
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MVN03S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	70,42
H2 (mm)	70,49
H3 (mm)	70,42
H4 (mm)	70,36
70,42	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	8,390
e2 (mm)	8,990
e3 (mm)	7,790
e4 (mm)	8,390
8,390	



CARGA MAXIMA (N):	15180,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	6,42

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	12,94	131,90%
10/01/2019	18:00:00	5,58	
10/01/2019	19:00:00	5,58	
10/01/2019	20:00:00	5,58	
10/01/2019	21:00:00	5,58	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

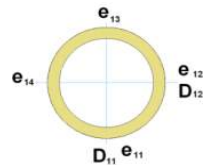
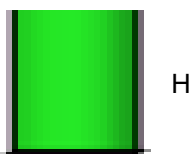
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

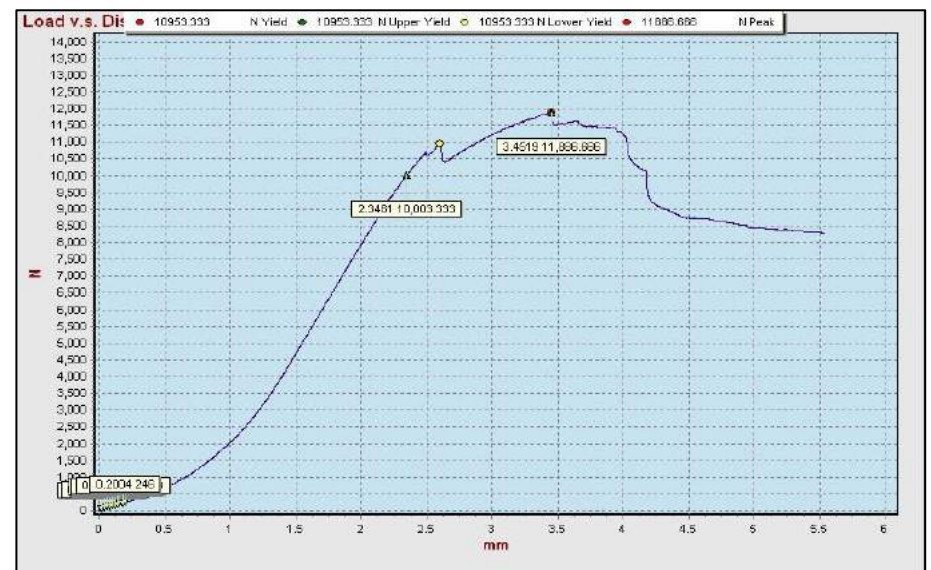
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MVN04S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	67,95
H2 (mm)	68,02
H3 (mm)	67,95
H4 (mm)	67,89
67,95	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	7,030
e2 (mm)	7,630
e3 (mm)	6,430
e4 (mm)	7,030
7,030	



CARGA MAXIMA (N):	11886,66
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	6,22

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	9,45	122,35%
10/01/2019	18:00:00	4,25	
10/01/2019	19:00:00	4,25	
10/01/2019	20:00:00	4,26	
10/01/2019	21:00:00	4,25	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

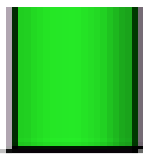
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

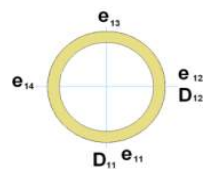
PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MVN05S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019

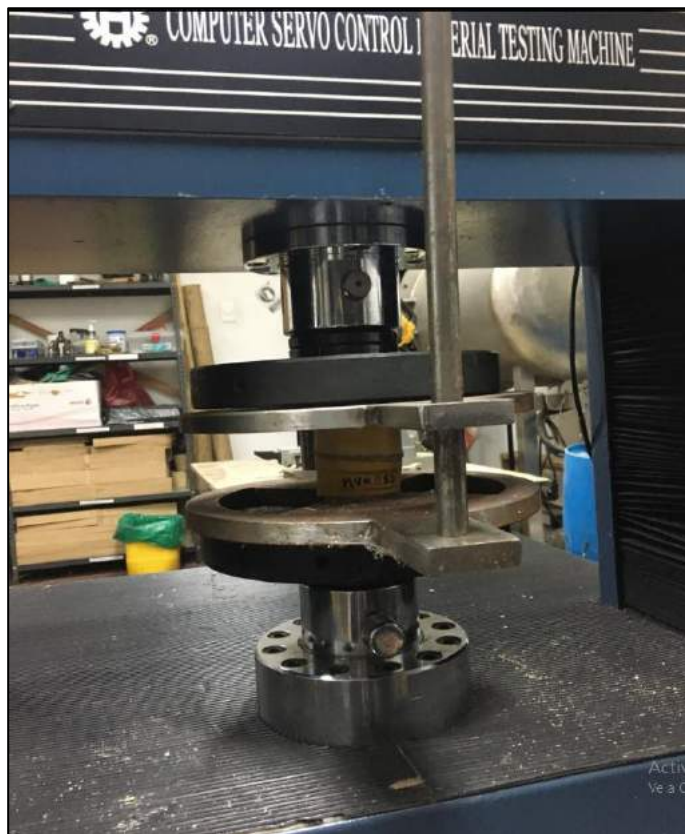


H



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	61,19
H2 (mm)	61,26
H3 (mm)	61,19
H4 (mm)	61,13
61,19	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	6,620
e2 (mm)	7,220
e3 (mm)	6,020
e4 (mm)	6,620
6,620	



CARGA MAXIMA (N):	10990,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	6,78

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	7,93	132,55%
10/01/2019	18:00:00	3,41	
10/01/2019	19:00:00	3,42	
10/01/2019	20:00:00	3,42	
10/01/2019	21:00:00	3,41	

OBSERVACIONES



MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA
REGISTRO ENSAYO DE CORTE PARALELO A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

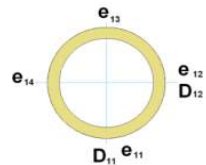
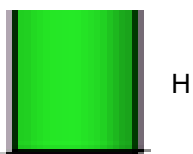
VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				

ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"	ALTITUD	1090 m.s.n.m.		

PROBETA	MVN06S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	09/01/2019



ALTURA PROBETA	H prom.
H1 (mm)	70,20
H2 (mm)	70,27
H3 (mm)	70,20
H4 (mm)	70,14
70,20	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	5,930
e2 (mm)	6,530
e3 (mm)	5,330
e4 (mm)	5,930
5,930	



CARGA MAXIMA (N):	15393,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	9,24

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
09/01/2019	18:00:00	12,30	96,17%
10/01/2019	18:00:00	6,26	
10/01/2019	19:00:00	6,26	
10/01/2019	20:00:00	6,27	
10/01/2019	21:00:00	6,27	

OBSERVACIONES

**E. Anexo: Registro ensayo de
tensión paralela a las fibras**



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

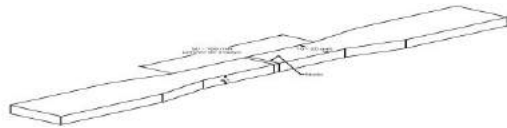
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

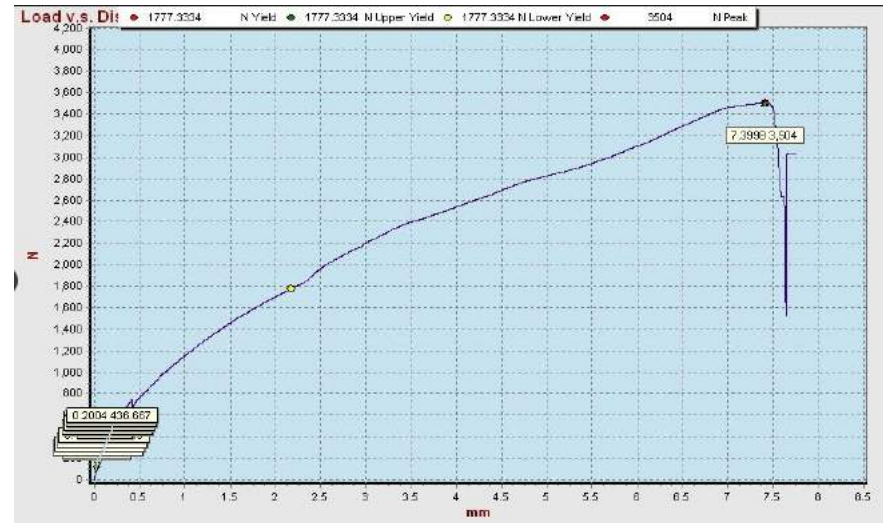
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT01B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	04/02/2019



	ANCHO	D prom.
A1 (mm)	16,74	17,04
A2 (mm)	18,78	
A3 (mm)	15,59	

	Espesores	e prom.
e1 (mm)	4,270	4,167
e2 (mm)	4,520	
e3 (mm)	3,710	



CARGA MÁXIMA (N):	3504,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	49,36



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
04/02/2019	18:00:00	32,47	66,86%
05/02/2019	18:00:00	19,48	
05/02/2019	19:00:00	19,47	
05/02/2019	20:00:00	19,47	
05/02/2019	21:00:00	19,46	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

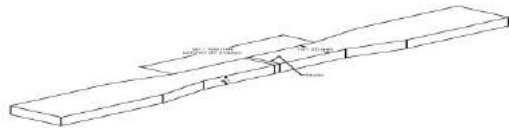
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

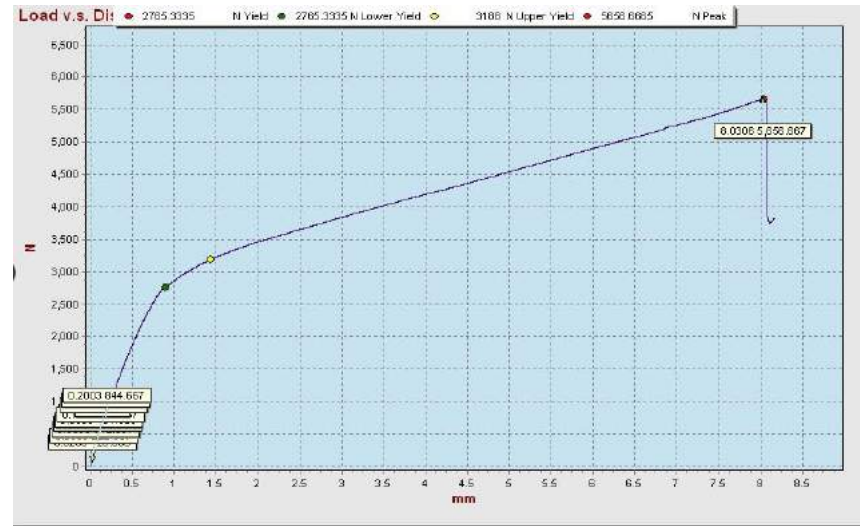
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT02B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	04/02/2019



	ANCHO	D prom.
A1 (mm)	15,38	16,37
A2 (mm)	18,11	
A3 (mm)	15,61	

	Espesores	e prom.
e1 (mm)	3,030	3,983
e2 (mm)	4,210	
e3 (mm)	4,710	



CARGA MÁXIMA (N):	5657,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	86,77

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
04/02/2019	18:00:00	23,41	68,78%
05/02/2019	18:00:00	13,88	
05/02/2019	19:00:00	13,87	
05/02/2019	20:00:00	13,87	
05/02/2019	21:00:00	13,87	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

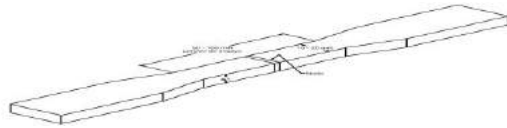
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT03B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	04/02/2019



	ANCHO	D prom.
A1 (mm)	15,26	15,08
A2 (mm)	14,31	
A3 (mm)	15,68	

	Espesores	e prom.
e1 (mm)	5,570	5,350
e2 (mm)	4,270	
e3 (mm)	6,210	



CARGA MÁXIMA (N):	7193,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	89,14

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
04/02/2019	18:00:00	28,44	59,42%
05/02/2019	18:00:00	17,85	
05/02/2019	19:00:00	17,84	
05/02/2019	20:00:00	17,84	
05/02/2019	21:00:00	17,84	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

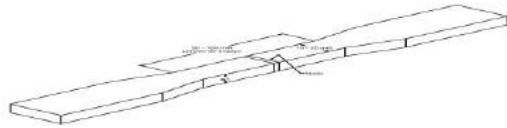
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

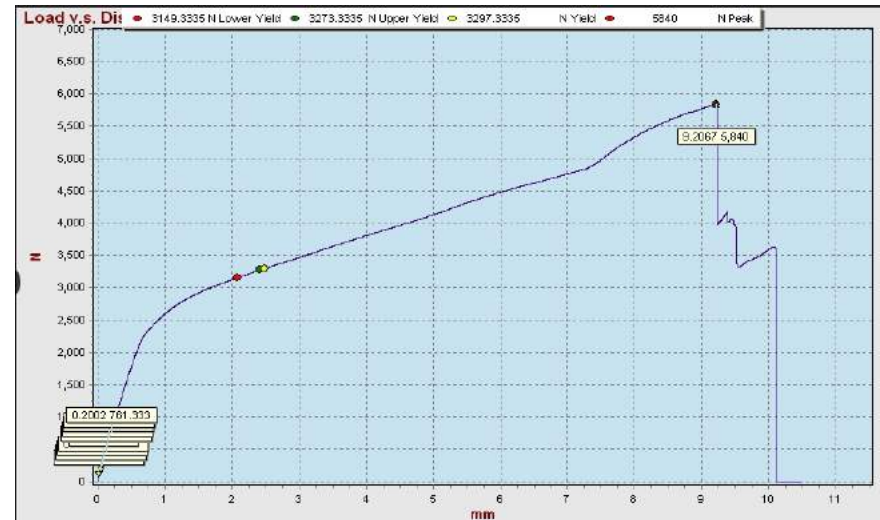
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT04B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	04/02/2019



	ANCHO	D prom.
A1 (mm)	16,41	16,43
A2 (mm)	16,51	
A3 (mm)	16,36	

	Espesores	e prom.
e1 (mm)	4,350	4,570
e2 (mm)	4,830	
e3 (mm)	4,530	



CARGA MÁXIMA (N):	5840,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	77,79



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
04/02/2019	18:00:00	40,75	62,22%
05/02/2019	18:00:00	25,13	
05/02/2019	19:00:00	25,13	
05/02/2019	20:00:00	15,12	
05/02/2019	21:00:00	25,12	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

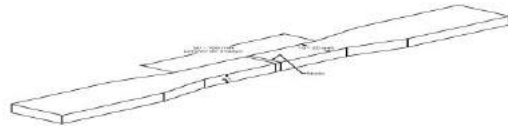
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

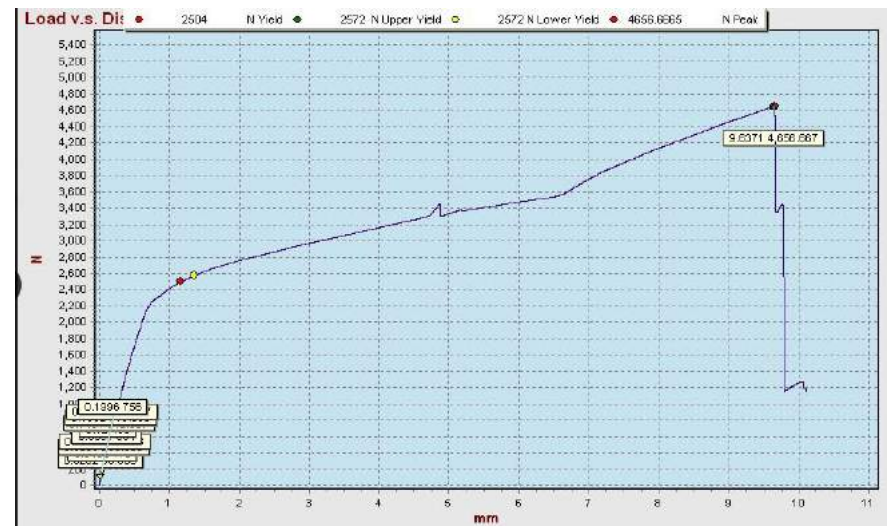
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT05B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	04/02/2019



	ANCHO	D prom.
A1 (mm)	11,89	11,56
A2 (mm)	11,57	
A3 (mm)	11,23	

	Espesores	e prom.
e1 (mm)	4,410	4,487
e2 (mm)	5,300	
e3 (mm)	3,750	



CARGA MÁXIMA (N):	4657,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	89,76



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
04/02/2019	18:00:00	25,28	78,78%
05/02/2019	18:00:00	14,16	
05/02/2019	19:00:00	14,15	
05/02/2019	20:00:00	14,14	
05/02/2019	21:00:00	14,14	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

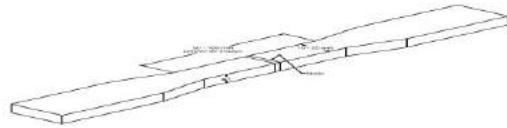
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

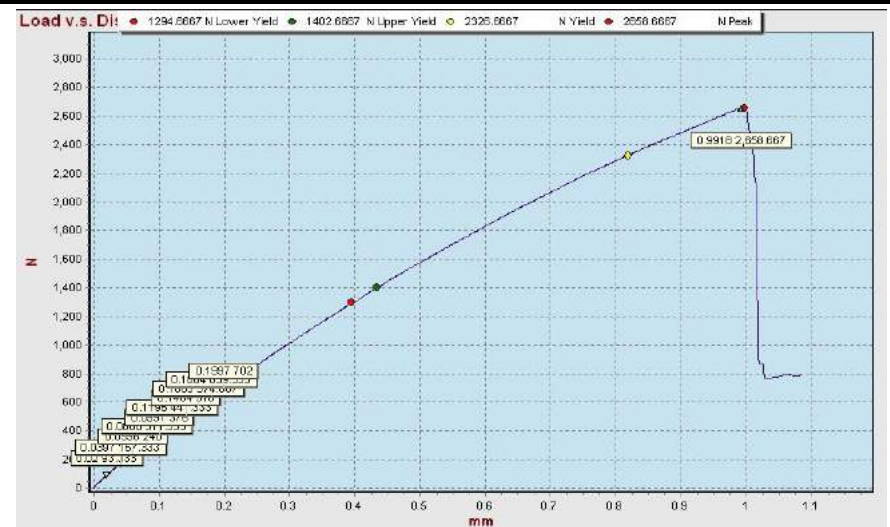
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT06B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	04/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	9,53
A2 (mm)	10,92
A3 (mm)	9,95
10,13	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	3,720
e2 (mm)	4,740
e3 (mm)	4,760
4,407	



CARGA MÁXIMA (N):	2659,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	59,55

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
04/02/2019	18:00:00	18,43	66,19%
05/02/2019	18:00:00	11,10	
05/02/2019	19:00:00	11,09	
05/02/2019	20:00:00	11,09	
05/02/2019	21:00:00	11,09	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

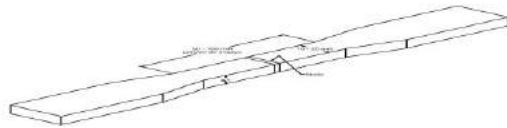
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT07B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	04/02/2019



	ANCHO	D prom.
A1 (mm)	10,09	10,40
A2 (mm)	11,57	
A3 (mm)	9,55	

	Espesores	e prom.
e1 (mm)	4,710	4,587
e2 (mm)	3,880	
e3 (mm)	5,170	



CARGA MÁXIMA (N):	3532,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	74,02

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
04/02/2019	18:00:00	15,70	39,31%
05/02/2019	18:00:00	11,28	
05/02/2019	19:00:00	11,28	
05/02/2019	20:00:00	11,27	
05/02/2019	21:00:00	11,27	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

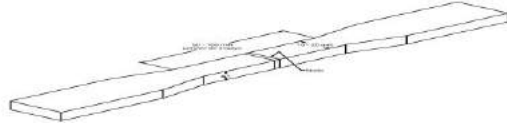
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

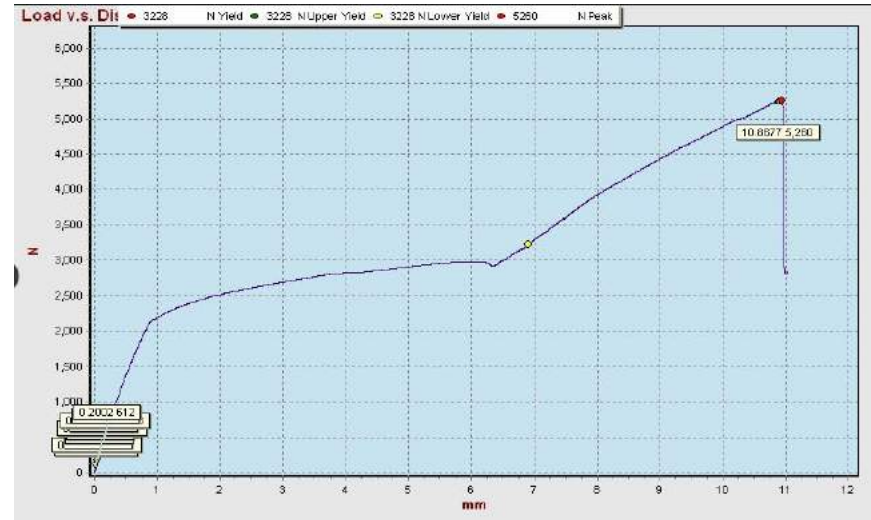
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT08B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	05/02/2019



	ANCHO	D prom.
A1 (mm)	13,98	14,59
A2 (mm)	14,72	
A3 (mm)	15,07	

	Espesores	e prom.
e1 (mm)	3,960	4,323
e2 (mm)	4,650	
e3 (mm)	4,360	



CARGA MÁXIMA (N):	5260,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	83,39



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
05/02/2019	18:00:00	20,09	83,47%
06/02/2019	18:00:00	10,96	
06/02/2019	19:00:00	10,95	
06/02/2019	20:00:00	10,95	
06/02/2019	21:00:00	10,95	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

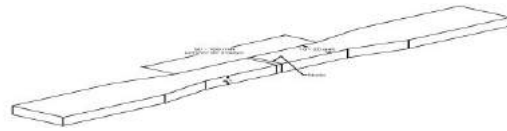
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

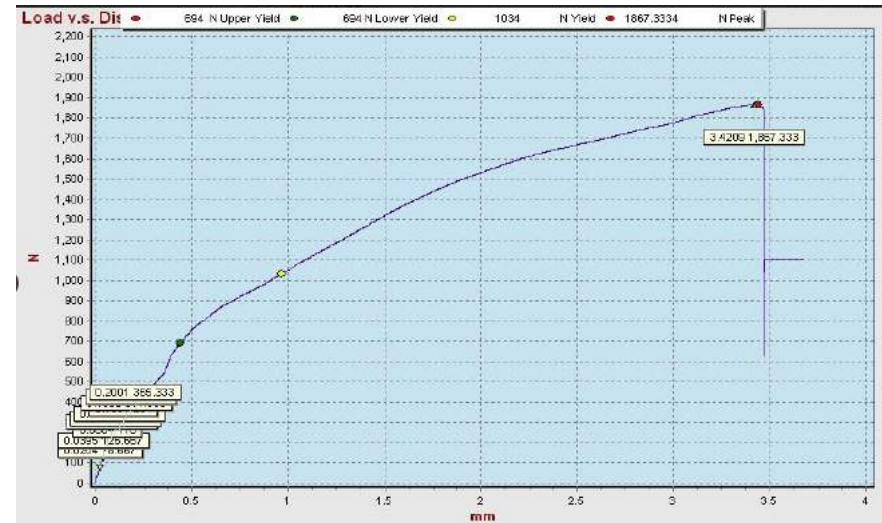
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT09B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	05/02/2019



	ANCHO	D prom.
A1 (mm)	13,70	14,36
A2 (mm)	15,10	
A3 (mm)	14,27	

	Espesores	e prom.
e1 (mm)	3,870	4,017
e2 (mm)	3,790	
e3 (mm)	4,390	



CARGA MÁXIMA (N):	1867,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	32,38



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
05/02/2019	18:00:00	22,39	78,83%
06/02/2019	18:00:00	12,54	
06/02/2019	19:00:00	12,53	
06/02/2019	20:00:00	12,52	
06/02/2019	21:00:00	12,52	

OBSERVACIONES

DATO ATIPICO



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

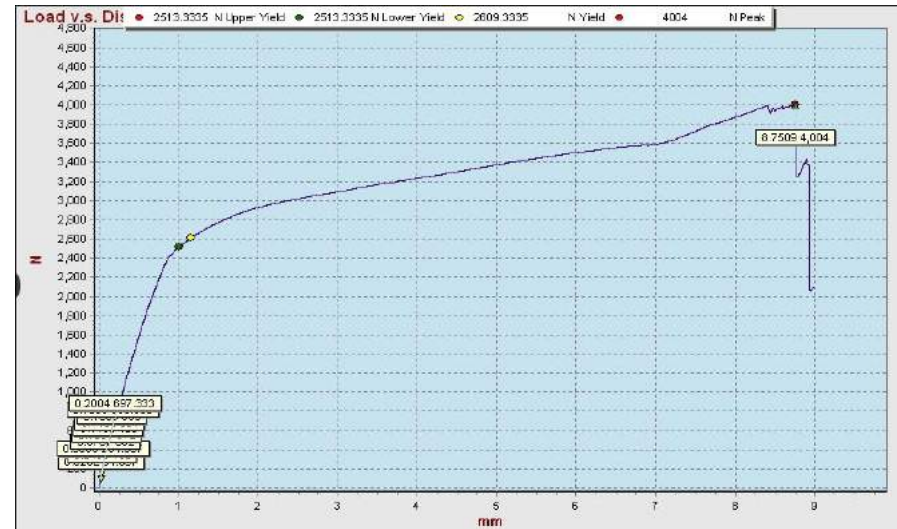
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT10B	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	05/02/2019



	ANCHO	D prom.
A1 (mm)	12,85	13,59
A2 (mm)	14,39	
A3 (mm)	13,53	

	Espesores	e prom.
e1 (mm)	3,700	4,137
e2 (mm)	4,630	
e3 (mm)	4,080	



CARGA MÁXIMA (N):	4004,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	71,22



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
05/02/2019	18:00:00	22,89	80,24%
06/02/2019	18:00:00	12,71	
06/02/2019	19:00:00	12,70	
06/02/2019	20:00:00	12,70	
06/02/2019	21:00:00	12,70	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

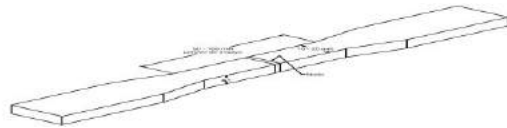
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

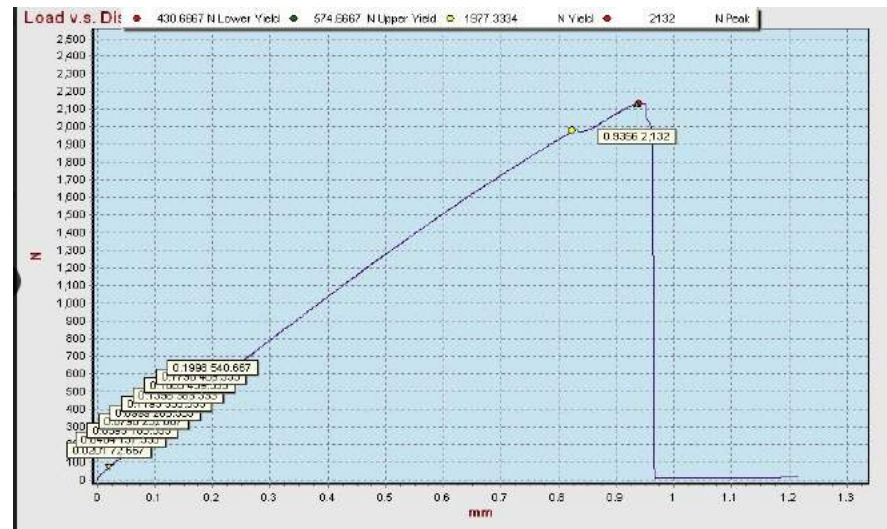
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT02M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	05/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	7,83
A2 (mm)	8,65
A3 (mm)	7,02
7,83	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	4,160
e2 (mm)	4,530
e3 (mm)	4,350
4,347	



CARGA MÁXIMA (N):	2132,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	62,62



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
05/02/2019	18:00:00	17,00	62,37%
06/02/2019	18:00:00	10,48	
06/02/2019	19:00:00	10,47	
06/02/2019	20:00:00	10,47	
06/02/2019	21:00:00	10,47	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

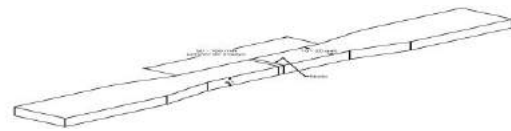
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT04M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	05/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	8,63
A2 (mm)	11,29
A3 (mm)	8,03
9,32	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	3,600
e2 (mm)	4,080
e3 (mm)	3,480
3,720	



CARGA MÁXIMA (N):	2884,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	83,21



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
05/02/2019	18:00:00	12,16	52,57%
06/02/2019	18:00:00	7,99	
06/02/2019	19:00:00	7,98	
06/02/2019	20:00:00	7,98	
06/02/2019	21:00:00	7,97	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

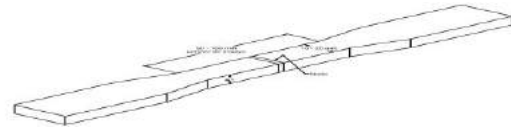
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT05M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	06/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	8,85
A2 (mm)	8,90
A3 (mm)	8,78
8,84	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	4,070
e2 (mm)	3,480
e3 (mm)	4,630
4,060	



CARGA MÁXIMA (N):	2848,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	79,32

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
06/02/2019	18:00:00	15,40	57,79%
07/02/2019	18:00:00	9,77	
07/02/2019	19:00:00	9,77	
07/02/2019	20:00:00	9,76	
07/02/2019	21:00:00	9,76	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

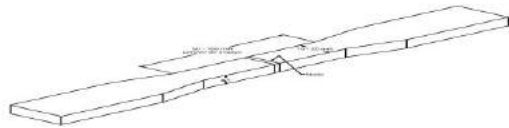
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT06M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	06/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	7,87
A2 (mm)	9,36
A3 (mm)	7,05
8,09	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	3,700
e2 (mm)	4,450
e3 (mm)	4,710
4,287	



CARGA MÁXIMA (N):	2963,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	85,41

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
06/02/2019	18:00:00	14,21	62,21%
07/02/2019	18:00:00	8,79	
07/02/2019	19:00:00	8,78	
07/02/2019	20:00:00	8,77	
07/02/2019	21:00:00	8,76	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

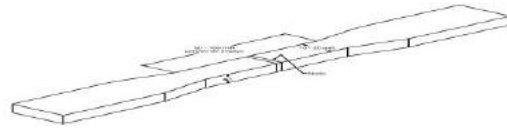
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

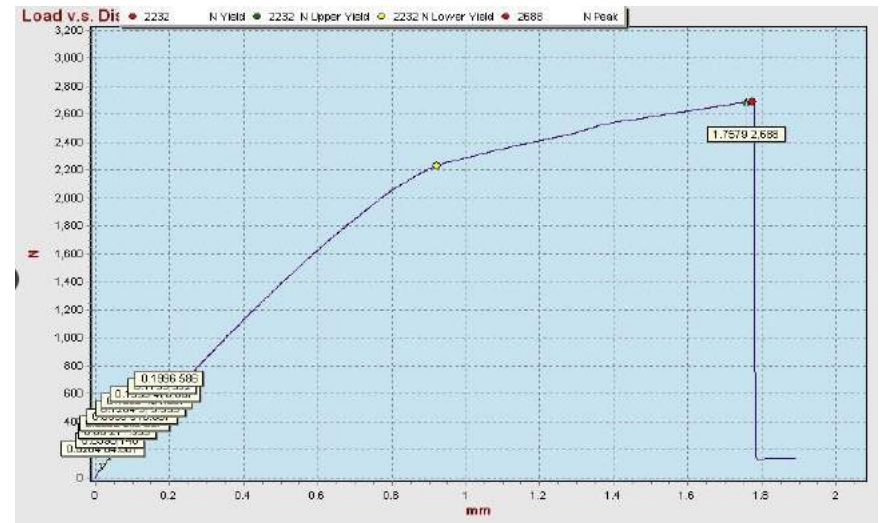
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT07M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	06/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	7,76
A2 (mm)	11,09
A3 (mm)	8,07
8,97	

Espeores	e prom.
e1 (mm)	4,730
e2 (mm)	4,220
e3 (mm)	3,750
4,233	



CARGA MÁXIMA (N):	2688,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	70,76



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
06/02/2019	18:00:00	16,76	55,04%
07/02/2019	18:00:00	10,83	
07/02/2019	19:00:00	10,82	
07/02/2019	20:00:00	10,82	
07/02/2019	21:00:00	10,81	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

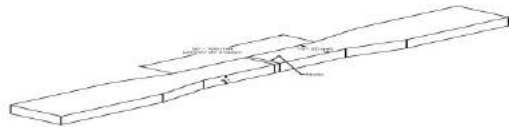
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT08M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	06/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	7,17
A2 (mm)	9,47
A3 (mm)	6,82

Espesores	e prom.
e1 (mm)	4,130
e2 (mm)	5,210
e3 (mm)	4,020



CARGA MÁXIMA (N):	3557,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	102,14

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
06/02/2019	18:00:00	14,05	54,74%
07/02/2019	18:00:00	9,10	
07/02/2019	19:00:00	9,09	
07/02/2019	20:00:00	9,09	
07/02/2019	21:00:00	9,08	

OBSERVACIONES

DATO ATIPICO



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

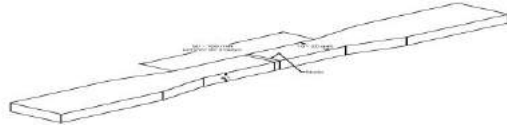
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

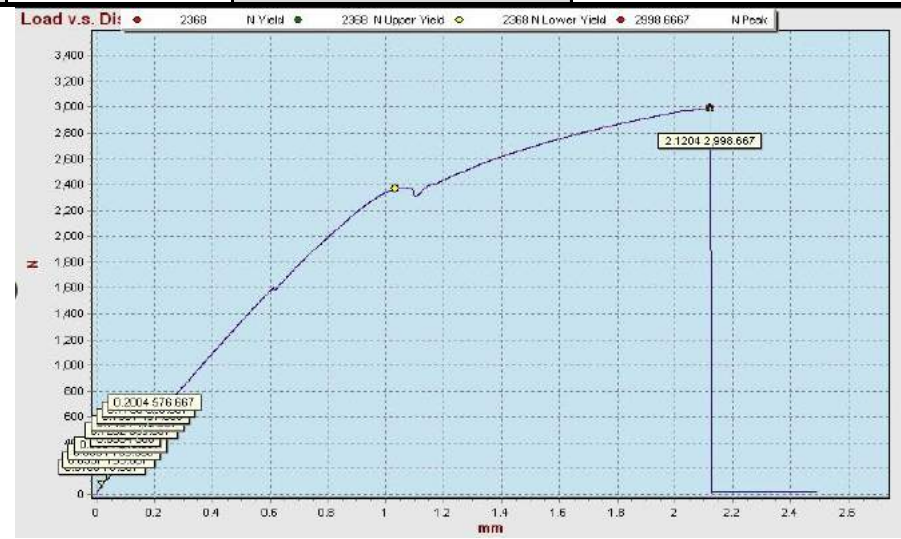
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT09M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	06/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	8,46
A2 (mm)	10,57
A3 (mm)	7,52
8,85	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	4,740
e2 (mm)	5,200
e3 (mm)	5,290
5,077	



CARGA MÁXIMA (N):	2999,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	66,75



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
06/02/2019	18:00:00	20,81	47,48%
07/02/2019	18:00:00	14,13	
07/02/2019	19:00:00	14,12	
07/02/2019	20:00:00	14,11	
07/02/2019	21:00:00	14,11	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

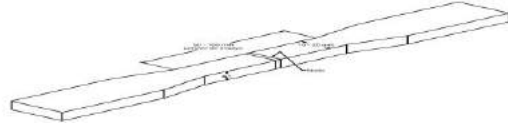
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

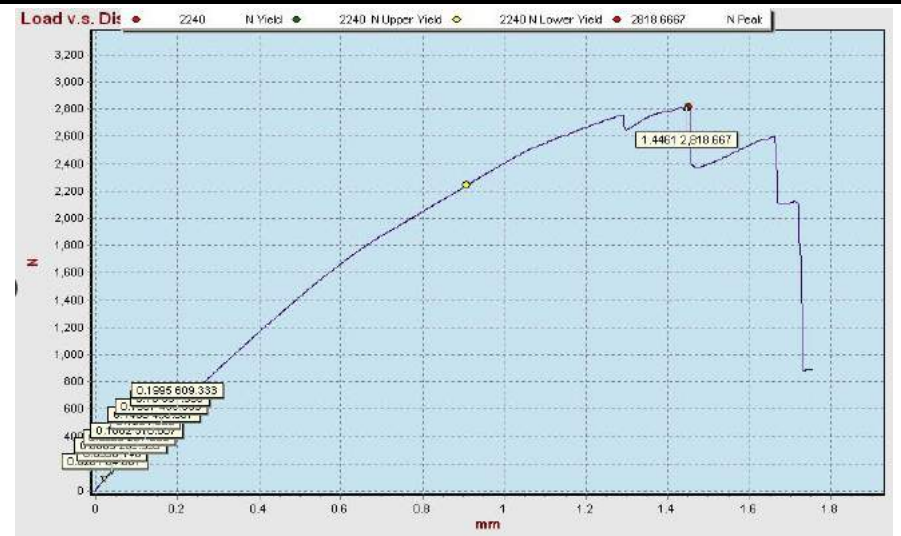
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT10M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	06/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	7,68
A2 (mm)	8,74
A3 (mm)	7,48
7,97	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	5,490
e2 (mm)	3,900
e3 (mm)	4,360
4,583	



CARGA MÁXIMA (N):	2819,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	77,20



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
06/02/2019	18:00:00	20,45	55,04%
07/02/2019	18:00:00	13,21	
07/02/2019	19:00:00	13,20	
07/02/2019	20:00:00	13,19	
07/02/2019	21:00:00	13,19	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

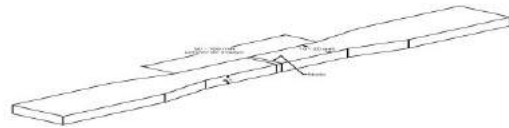
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT11M	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	06/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	8,42
A2 (mm)	9,40
A3 (mm)	7,61
8,48	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	5,150
e2 (mm)	3,800
e3 (mm)	3,640
4,197	



CARGA MÁXIMA (N):	2696,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	75,79

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
06/02/2019	18:00:00	15,76	54,21%
07/02/2019	18:00:00	10,24	
07/02/2019	19:00:00	10,23	
07/02/2019	20:00:00	10,23	
07/02/2019	21:00:00	10,22	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT01S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	06/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	7,01
A2 (mm)	8,88
A3 (mm)	8,18
8,02	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	4,750
e2 (mm)	3,660
e3 (mm)	3,820
4,077	



CARGA MÁXIMA (N):	2257,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	69,00



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
06/02/2019	18:00:00	13,81	65,79%
07/02/2019	18:00:00	8,35	
07/02/2019	19:00:00	8,34	
07/02/2019	20:00:00	8,33	
07/02/2019	21:00:00	8,33	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

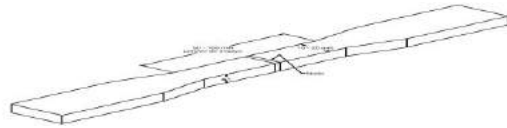
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

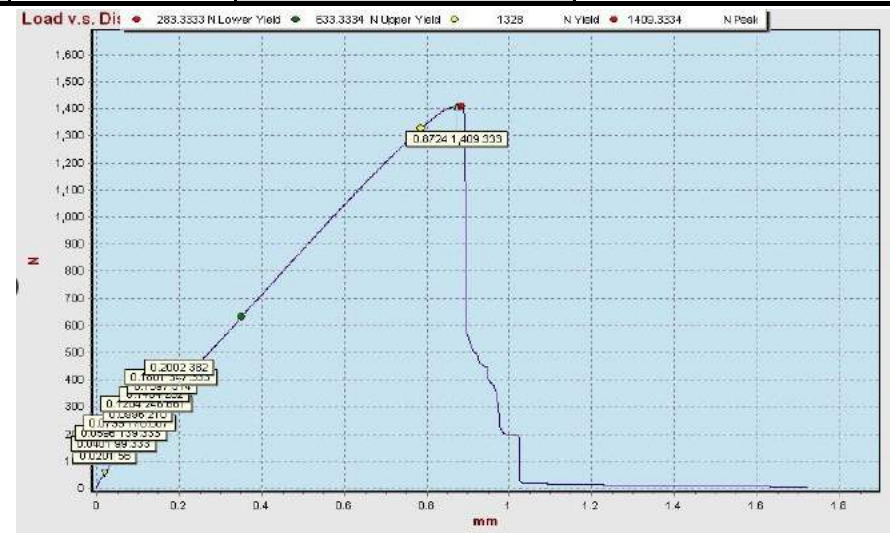
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT02S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	06/02/2019



	ANCHO	D prom.
A1 (mm)	7,10	8,08
A2 (mm)	9,89	
A3 (mm)	7,24	

	Espesores	e prom.
e1 (mm)	3,650	4,000
e2 (mm)	3,930	
e3 (mm)	4,420	



CARGA MÁXIMA (N):	1409,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa) :	43,61

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
06/02/2019	18:00:00	14,53	80,27%
07/02/2019	18:00:00	8,08	
07/02/2019	19:00:00	8,07	
07/02/2019	20:00:00	8,06	
07/02/2019	21:00:00	8,06	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

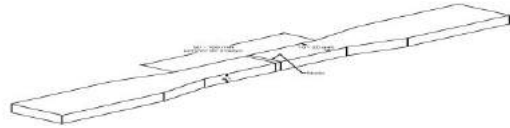
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FRECH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT03S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	53	TEMP AMBIENTE (°C)	22	FECHA	06/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	7,07
A2 (mm)	7,36
A3 (mm)	7,40

Espesores	e prom.
e1 (mm)	4,910
e2 (mm)	4,840
e3 (mm)	5,330



CARGA MÁXIMA (N):	2675,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	73,13



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
06/02/2019	18:00:00	12,79	51,72%
07/02/2019	18:00:00	8,45	
07/02/2019	19:00:00	8,44	
07/02/2019	20:00:00	8,43	
07/02/2019	21:00:00	8,43	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

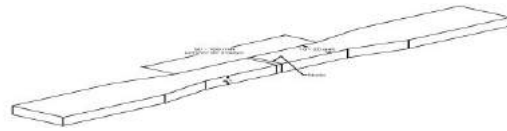
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

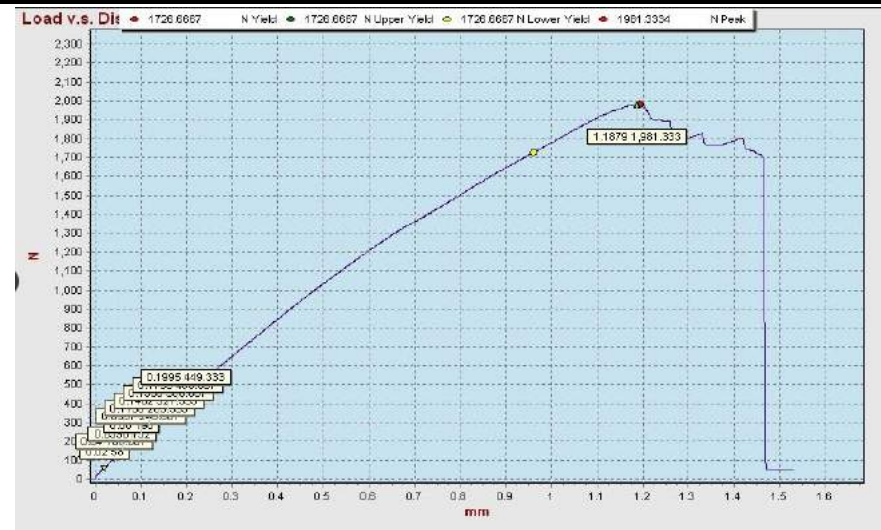
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT04S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	07/02/2019



ANCHO		D prom.
A1 (mm)	7,21	8,08
A2 (mm)	8,75	
A3 (mm)	8,28	

Espesores		e prom.
e1 (mm)	5,040	4,350
e2 (mm)	3,500	
e3 (mm)	4,510	



CARGA MÁXIMA (N):	1981,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	56,36



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
07/02/2019	18:00:00	10,59	72,48%
08/02/2019	18:00:00	6,16	
08/02/2019	19:00:00	6,15	
08/02/2019	20:00:00	6,14	
08/02/2019	21:00:00	6,14	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

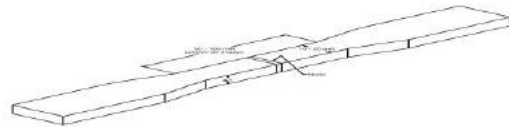
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

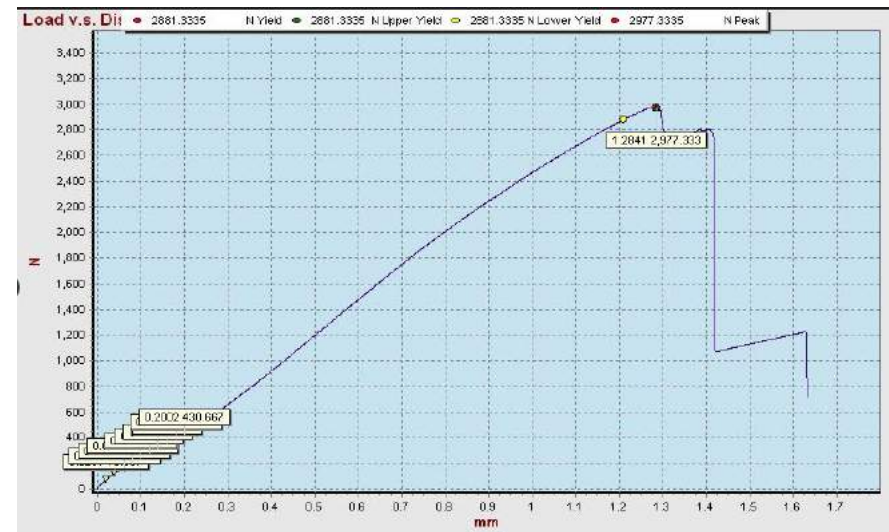
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT05S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	07/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	7,71
A2 (mm)	9,17
A3 (mm)	6,91
7,93	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	5,620
e2 (mm)	4,910
e3 (mm)	5,210
5,247	



CARGA MÁXIMA (N):	2977,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	71,55



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
07/02/2019	18:00:00	12,07	49,38%
08/02/2019	18:00:00	8,09	
08/02/2019	19:00:00	8,09	
08/02/2019	20:00:00	8,08	
08/02/2019	21:00:00	8,08	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

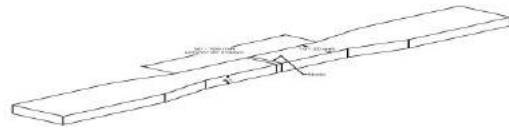
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

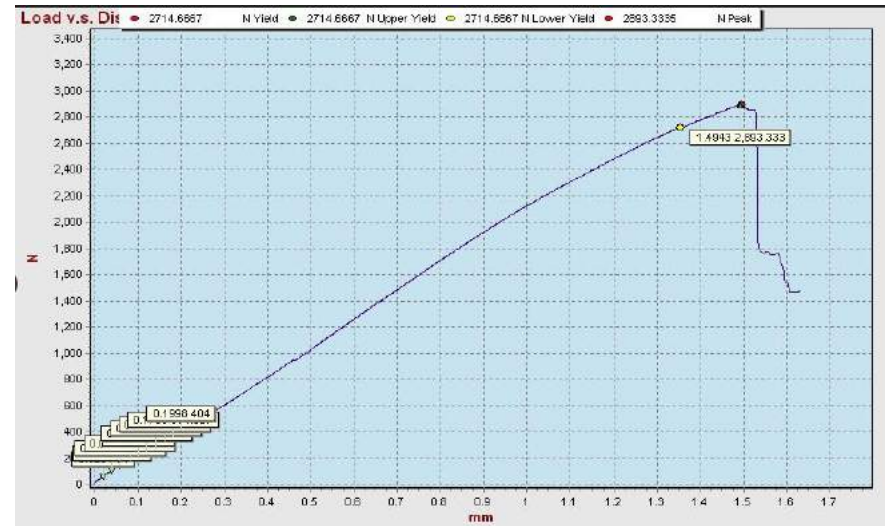
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT06S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	07/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	8,81
A2 (mm)	9,04
A3 (mm)	8,54
8,80	

Espeores	e prom.
e1 (mm)	5,890
e2 (mm)	3,810
e3 (mm)	5,590
5,097	



CARGA MÁXIMA (N):	2893,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	64,53



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
07/02/2019	18:00:00	18,09	61,52%
08/02/2019	18:00:00	11,22	
08/02/2019	19:00:00	11,21	
08/02/2019	20:00:00	11,20	
08/02/2019	21:00:00	11,20	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

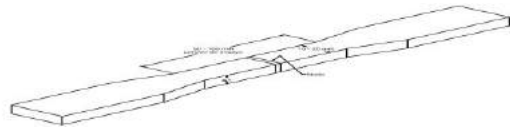
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

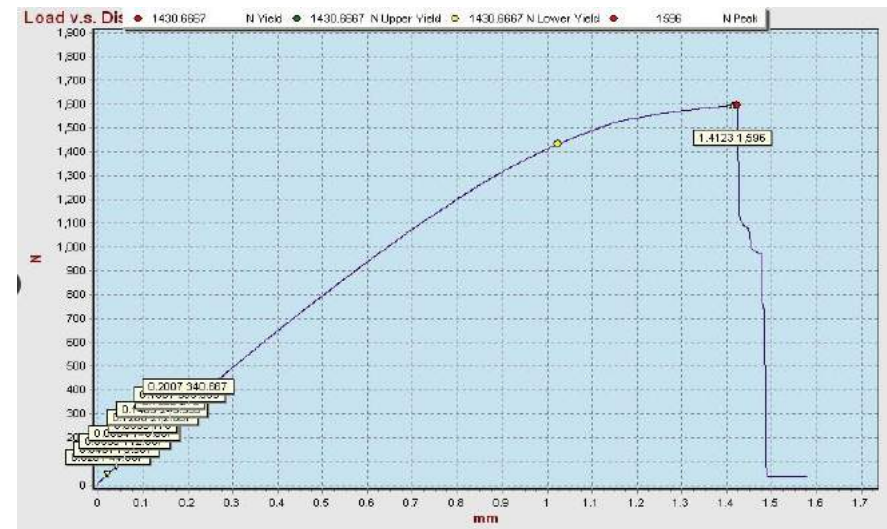
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT07S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	07/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	6,90
A2 (mm)	7,09
A3 (mm)	5,86
6,62	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	3,540
e2 (mm)	3,970
e3 (mm)	4,160
3,890	



CARGA MÁXIMA (N):	1596,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	62,01

REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
07/02/2019	18:00:00	11,35	75,15%
08/02/2019	18:00:00	6,50	
08/02/2019	19:00:00	6,50	
08/02/2019	20:00:00	6,48	
08/02/2019	21:00:00	6,48	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

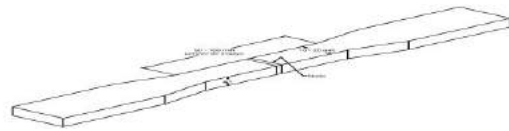
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

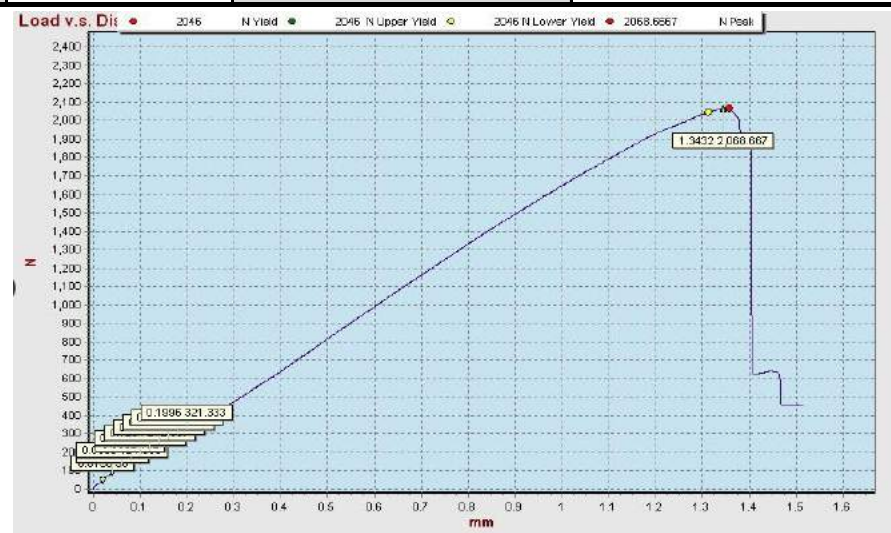
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT08S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	07/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	7,23
A2 (mm)	10,27
A3 (mm)	3,39
6,96	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	4,090
e2 (mm)	4,330
e3 (mm)	4,790
4,403	



CARGA MÁXIMA (N):	2069,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	67,48



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
07/02/2019	18:00:00	13,44	56,64%
08/02/2019	18:00:00	8,60	
08/02/2019	19:00:00	8,59	
08/02/2019	20:00:00	8,59	
08/02/2019	21:00:00	8,58	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

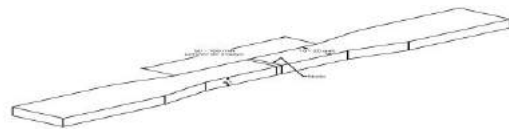
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

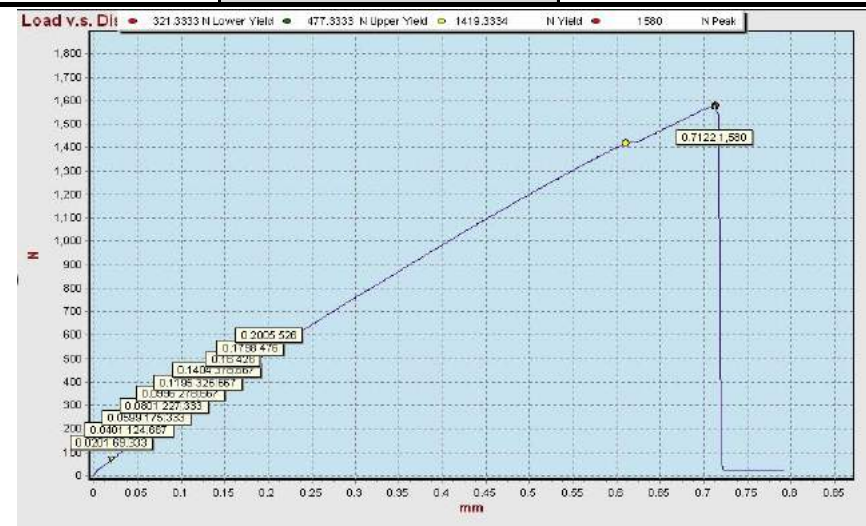
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT09S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	07/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	8,09
A2 (mm)	10,42
A3 (mm)	6,87
8,46	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	4,260
e2 (mm)	4,570
e3 (mm)	4,320
4,383	





UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

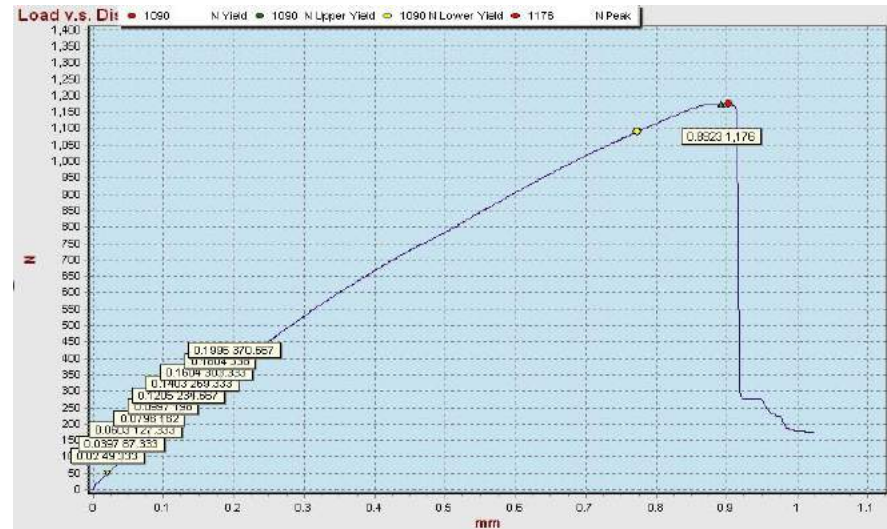
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT10S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	07/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	8,01
A2 (mm)	9,52
A3 (mm)	7,61
8,38	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	4,030
e2 (mm)	4,380
e3 (mm)	3,880
4,097	



CARGA MÁXIMA (N):	1176,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	34,26



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD			
FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
07/02/2019	18:00:00	11,31	70,33%
08/02/2019	18:00:00	6,66	
08/02/2019	19:00:00	8,65	
08/02/2019	20:00:00	8,64	
08/02/2019	21:00:00	6,64	

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

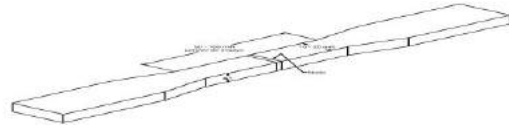
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT11S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	07/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	7,24
A2 (mm)	9,98
A3 (mm)	6,96
8,06	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	3,290
e2 (mm)	4,200
e3 (mm)	5,670
4,387	



CARGA MÁXIMA (N):	1883,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	53,26



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
07/02/2019	18:00:00	13,03	62,47%
08/02/2019	18:00:00	8,04	
08/02/2019	19:00:00	8,03	
08/02/2019	20:00:00	8,03	
08/02/2019	21:00:00	8,02	

OBSERVACIONES

--



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE GUADUA Y MADERA

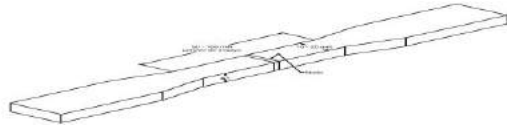
REGISTRO ENSAYO DE TENSIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

IIT_LGM_FREFCH

VERSION 2.0

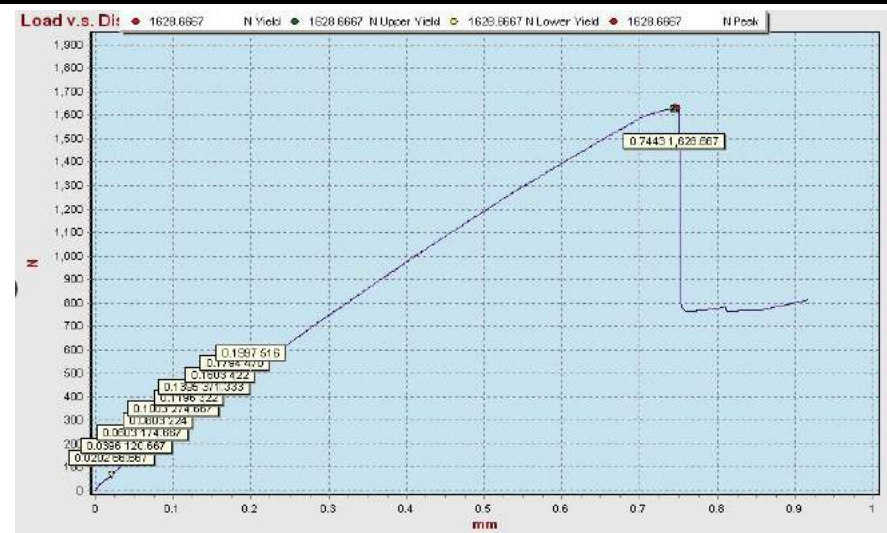
PAGINA 1 DE 1

PROYECTO	CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU BAMBUSA VULGARIS PARA USO ESTRUCTURAL EN COLOMBIA.				
ESTUDIANTE	FABIAN LEONARDO ALVAREZ VEGA				
DIRECTOR	ANDRES FELIPE GUERRA RIAÑO				
CODIRECTOR	MIGUEL ARTURO GAMBA FUENTES				
ESPECIE	BAMBUSA VULGARIS	ORIGEN	LA MESA CUNDINAMARCA		
COORDENADAS	N 4° 40' 49" E 74° 26' 22"		ALTITUD	1090 m.s.n.m.	
PROBETA	MT12S	NORMA	NTC-5525	VELOCIDAD ENSAYO	0.01mm/s
HUMEDAD AMBIENTE (%)	52	TEMP AMBIENTE (°C)	21	FECHA	07/02/2019



ANCHO	D prom.
A1 (mm)	7,34
A2 (mm)	10,50
A3 (mm)	7,04
8,29	

Espesores	e prom.
e1 (mm)	4,440
e2 (mm)	3,980
e3 (mm)	4,450
4,290	



CARGA MÁXIMA (N):	1629,00
ESFUERZO ÚLTIMO (σ_{ult}) (MPa):	45,79



REGISTRO CONTENIDO DE HUMEDAD

FECHA	HORA	MASA(g)	CONTENIDO HUMEDAD (%)
07/02/2019	18:00:00	14,09	63,84%
08/02/2019	18:00:00	8,63	
08/02/2019	19:00:00	8,61	
08/02/2019	20:00:00	8,60	
08/02/2019	21:00:00	8,60	

OBSERVACIONES

--

Bibliografía

- Asociación colombiana de ingeniería sísmica (AIS). (2010). Título G-Estructuras de madera y estructuras de guadua. NSR-10. *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial*, 158.
- Assink, M., Govindarajan, V., Christensen, C. M., Hart, S., Johnson, M. W., Rigby, D. K., ... Raynor, M. (2006). Developing disruptive products for emerging economies: Lessons from asian cases. *Harvard Business Review*, 12(4), 34–38.
<https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2009.00272.x>
- Banik, R. (1988). Investigation on the culm production and clump expansion behavior of five bamboo species of Bangladesh. *Indian Forester*. 102(9): 576-583.
- Castrillón Valdés, B. M., & Malaver Zapata, D. M. (2004). PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA GUADUA.
- Chaturvedi, A. N. (1988). Management of bamboo forests. *Indian Forester*. 114(9): 489-495.
- CLURE, M. (1956). El bambú como material de construcción. Centro Interamericano de vivienda. Servicio de Intercambio Científico. Bogotá. Colombia.
- Cuéllar, A., & Muñoz, I. (2010). Fibra de guadua como refuerzo de matrices poliméricas. *DYNA (Colombia)*, 77(162), 138–142.
- Estrada, M. (2016). Modelo numérico micromecánico del proceso de fractura de estructuras fabricadas con bambú *Guadua angustifolia*, 106.
- Francis, J. K. (1993). *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl., (19), 6. Retrieved from <file:///C:/Users/WELCOME/Downloads/Bambusavulgaris.pdf>.

- Francis, J. K. (1993). *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl . Bambú común Familia de las gramíneas Subfamilia del bambú, (19), 73–78.
- G., Amanda I. MEJÍA C., Cecilia GALLARDO O., Jhon Jairo VALLEJO L., Gladys RAMÍREZ E., Carolina ARBOLEDA A., Enith Susana DURANGO Y., Faiber A. JARAMILLO T., E. C. (2009). Plantas del género bambusa: importancia y aplicaciones en la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria. *Vitae*, 16(3), 396–405.
- Garzón Aponte, A. F. (2016). Caracterización físico-mecánica de la guadua en el municipio de Guaduas- Cundinamarca, 112.
- Ghavami, K., & Marinho, A. B. (2005). Propriedades físicas Propriedades físicas Propriedades físicas Propriedades físicas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9(1), 107–114.
- Hassan, M.M.; Alam, M.K.; Mazumder, A. H. (1988). Distribution of bamboo under the edaphic and climatic conditions of Bangladesh. *Indian Forester*. 114(9): 505-513.
- Innovación, S. N. D. E., & Bernal, C. E. (1998). Investigación E Innovación En Ingeniería En Colombia. *Engineering*.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC. (2007). Ntc 5525, (571).
- Internacional del Bambú Ratán, R., Edición adaptada para Perú Autor, T., Morán Ubidia Red Internacional de Bambú Ratán, J., & Jorge Morán Ubidia, A. (2015). *Manual de Construcción con Bambú Construir con Bambú Manual de construcción 2015*.
- Janssen, J. J. A. (1991). *Mechanical Properties of Bamboo* (Vol. 37). Dordrecht: Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-3236-7>
- José, E., Ingeniero, H., Concordia, C., Ríos, E., Torran, E., & C. (2008). I. (2008). CAÑA BAMBUSA VULGARIS.
- Khan, M. A. W. (1972). Propagation of *Bambusa vulgaris*—its scope in forestry. *Indian Forester*. 98(6): 359-362.

- Lakkad, S. C., & Patel, J. M. (1981). Mechanical properties of bamboo, a natural composite. *Fibre Science and Technology*, 14(4), 319–322.
[https://doi.org/10.1016/0015-0568\(81\)90023-3](https://doi.org/10.1016/0015-0568(81)90023-3)
- Little, Elbert L., Jr.; Wadsworth, F. H. (1964). Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Agric. Handb. 239. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548 p.
- López, L. F., & Correal, J. F. (2009). Estudio exploratorio de los laminados de bambú *Guadua angustifolia* como material estructural. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 11(3), 171–182. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2009000300001>
- Lukacevic, M., Lederer, W., & Füssl, J. (2017). A microstructure-based multisurface failure criterion for the description of brittle and ductile failure mechanisms of clear-wood. *Engineering Fracture Mechanics*, 176, 83–99.
<https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2017.02.020>
- Luna, P., Lozano, J., Takeuchi, C. P., & Gutierrez, M. (2012). Experimental Determination of Allowable Stresses for Bamboo *Guadua Angustifolia Kunth* Structures. *Key Engineering Materials*, 517, 76–80.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.517.76>
- McClure, F. A. (1966). The bamboos: a fresh prospective. Cambridge, MA: Harvard University Press. 347 p.
- Moreno, L. E., Osorio, L., & Trujillo, E. E. (2006). Estudio de las propiedades mecánicas de haces de fibra de *Guadua angustifolia*. *Ingeniería y Desarrollo*, (20), 125–133.
- Narváez Estefan, S. (2017). Caracterización de las propiedades físico - mecánicas de la *guadua angustifolia kunth* del municipio de Oiba, Santander, 129.
- Ramage, M. H., Burrige, H., Busse-wicher, M., Fereday, G., Reynolds, T., Shah, D. U., ... Scherman, O. (2017). The wood from the trees : The use of timber in construction, 68(October 2015), 333–359. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.107>
- Ramírez, A. (2002). La construcción sostenible. *Física y Sociedad*, 4. <https://doi.org/DOI.10.1016/j.mejo.2008.07.044>

- Rivera, G. A. (2018). Sistema arquitectónico para la construcción de vivienda en zonas rurales dispersas utilizando como material de construcción la especie *Bambusa vulgaris*.
- Sánchez, L. C. (2018). Caracterización de las propiedades físico-mecánicas de la *Guadua angustifolia kunth* del municipio de Socorro, Santander - Colombia.
- Takeuchi, C. P., & González, C. E. (2007). Resistencia a la compresión paralela a la fibra de la *Guadua angustifolia* y determinación del módulo de elasticidad. *Ingeniería y Universidad*, 11(1), 89–103. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2001000100005>
- U.S. Department of Agriculture, Forest Service, F., & Laboratory, P. (1850). Properties of some bamboos cultivated in the Western Hemisphere; Rep. D1765. Madison, WI. 34 p.
- Van Eynde, K., & Blomley, T. (2015). *Causas de la ilegalidad de la madera en Colombia*.