

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS
DEL BAMBÚ (GUADUA TAKAHASHIAE), EN EL DISEÑO
ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA ECOLÓGICA EN LA ZONA DE
KITENI, DISTRITO DE ECHARATI PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN,
DEPARTAMENTO CUSCO**

PRESENTADO POR:

Br. APOLINAR MAVERICK CHOQUEHUANCA
QUISPE

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

ASESOR:

ING. JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL

CUSCO – PERÚ

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el **Asesor** ING. JOSE FELILPE AZPILCUETA CARBONELL quien aplica el software de detección de similitud al trabajo de investigación/tesis titulada:

“INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ (GUADUA TAKAHASHIAE), EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA ECOLÓGICA EN LA ZONA DE KITENI, DISTRITO DE ECHARATI PROVINCIA DE LA CONVENCION, DEPARTAMENTO CUSCO”

Presentado por: APOLINAR MAVERICK CHOQUEHUANCA QUISPE con DNI Nro.: 47093155

Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO CIVIL

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de **8%**.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 21 de abril de 2026


Firma

Post firma: Ing. José Felipe Azpilcueta Carbonell

Nro. de DNI: 23881345

ORCID del Asesor: 0000-0003-3954-4737

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid: 27259:581302454**
3. <https://unsaac.turnitin.com/viewer/submissions/oid:27259:581302454?locale=es-MX>

APOLINAR CHOQUEHUANCA

Influencia de las características físicas y mecánicas del bambù (Guadua Takahashiae), en el diseño estructural de una vivienda...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:581302454

Fecha de entrega

21 abr 2026, 7:48 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

21 abr 2026, 7:56 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

Influencia de las características físicas y mecánicas del bambù (Guadua Takahashiae), en el diseñ....pdf

Tamaño del archivo

87.0 MB

355 páginas

64.836 palabras

323.584 caracteres

8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
114 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mis padres, Luz Marina y Gregorio por el apoyo incondicional con el objetivo que me trace en mi formación académica, además de la motivación constante para la culminación de mi investigación.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y a la Escuela Profesional de Ingeniera Civil por los conocimientos e infraestructura aportados y necesarios para la realización de la presente investigación.

A el Ing. José Felipe Azpilcueta Carbonell por su apoyo como asesor, además de acompañar con sus conocimientos en el trayecto de la investigación y por su constante atención.

A la Ing. Ximena Londoño por la atención sobre consultas en materia de identificación taxonómica.

A mi padre por su apoyo en la elaboración de accesorios de laboratorio.

A mi madre por la motivación constante.

A mis amigos y compañeros de universidad, por la ayuda en ideas y colaboración en el laboratorio que demandó apoyo en el armado e instalación de los equipos.

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad el diseño estructural de una vivienda ecológica situada en la zona de Kiteni, distrito de Echarati, provincia de La Convención, departamento Cusco, teniendo en consideración las características físicas y mecánicas del bambú provenientes del lugar. Se seleccionó culmos de bambú (*Guadua Takahashiae*) de forma aleatoria de cuatro rodales con la finalidad de elaborar probetas y mediante ensayos de laboratorio del tipo destructivo determinar sus características físicas y mecánicas, y continuar con la obtención de los esfuerzos admisibles y módulo de elasticidad. Se realizaron siete ensayos tomando en cuenta al Instituto Colombiano de Normas, Técnicas y Certificación (ICONTEC, 2007), compresión paralela a la fibra, compresión perpendicular a la fibra, corte, flexión y tracción, además de contenido de humedad y densidad. Consecuentemente se realizó el diseño estructural para una vivienda. Los resultados obtenidos de esfuerzo admisibles a compresión paralela es 143.77 kg/cm^2 , esfuerzo admisible a compresión perpendicular de 12.40 kg/cm^2 , esfuerzo admisible a corte de 10.29 kg/cm^2 , esfuerzo admisible a flexión de 90.77 kg/cm^2 , esfuerzo a tracción 90.69 kg/cm^2 , módulo de elasticidad por flexión de $138,723 \text{ kg/cm}^2$ y módulo de elasticidad por compresión paralela de $58,715 \text{ kg/cm}^2$, además de la densidad básica de 530.92 kg/m^3 , densidad de 664.4 kg/m^3 , masa por longitud de 1.47 kg/m y contenidos de humedad promedio al 12%. Se concluye que el bambú (*Guadua Takahashiae*) tiene condiciones estructurales similares a los propuestos por el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.100 Bambú (MVCS, 2020) y puede utilizarse como elemento estructural para construcción.

Palabras clave: *Guadua Takahashiae*, Bambú, Propiedades Físicas, Propiedades Mecánicas.

ABSTRACT

The purpose of this research is the structural design of an ecological house located in the Kiteni area, Echarati district, La Convención province, Cusco department, taking into account the physical and mechanical characteristics of the bamboo sourced locally. Bamboo culms (*Guadua Takahashiae*) were randomly selected from four stands to prepare test specimens. Through destructive laboratory testing, their physical and mechanical characteristics were determined, including allowable stresses and modulus of elasticity. Eight tests were performed, following the guidelines of the Colombian Institute of Standards, Techniques and Certification (ICONTEC, 2007): compression parallel to the grain, compression perpendicular to the grain, shear, bending, and tension, as well as moisture content and density. Based on these tests, the structural design for the house was developed. The results of allowable stress in parallel compression is 143.77 kg/cm^2 , allowable stress in perpendicular compression of 12.40 kg/cm^2 , allowable stress in shear of 10.29 kg/cm^2 , allowable stress in bending of 90.77 kg/cm^2 , tensile stress 90.69 kg/cm^2 , modulus of elasticity by bending of $138,723 \text{ kg/cm}^2$ and modulus of elasticity by parallel compression of $58,715 \text{ kg/cm}^2$, in addition to the basic density of 530.92 kg/m^3 , density of 664.4 kg/m^3 , mass per length of 1.47 kg/m and average moisture content at 12%. It is concluded that bamboo (*Guadua Takahashiae*) has structural properties similar to those proposed by the National Building Regulations Standard E.100 Bamboo (MVCS, 2020) and can be used as a structural element for construction.

Keywords: *Guadua Takahashiae*, Bamboo, Physical Properties, Mechanical Properties.

Lista de Contenido

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
CAPITULO 1. INTRODUCCION	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	1
1.2.1. Formulación del problema general.	1
1.2.2. Formulación de los problemas específicos.....	2
1.3. Justificación.....	2
1.3.1. Justificación de valor teórico	2
1.3.2. Justificación utilidad metodológica.	2
1.3.3. Justificación relevancia social	2
1.3.4. Justificación implicancia practica.....	3
1.3.5. Conveniencia	3
1.4. Objetivos de investigación.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Hipótesis	4
1.5.1. Hipótesis general	4
1.5.2. Hipótesis específicas	4
1.6. Variables	4
1.6.1. Identificación de variables	4
1.6.2. Operacionalización de variables.....	4
1.7. Delimitación del estudio.....	6
1.7.1. Delimitación espacial	6
1.7.2. Delimitación temporal.....	6

CAPITULO 2. MARCO TEORICO	7
2.1. Antecedentes de la investigación.	7
2.1.1. Antecedentes internacionales.	7
2.1.2. Antecedentes nacionales.	9
2.2. Bases teóricas.....	12
2.2.1. Características generales del bambú.	12
2.2.2. Guadua Takahashiae.....	17
2.2.3. Propiedades físicas del bambú	18
2.2.4. Propiedades mecánicas del bambú	19
2.2.5. Esfuerzos admisibles de las probetas y módulo de elasticidad.	21
2.2.6. Normativa de diseño estructural con bambú.	22
2.2.7. Métodos de diseño estructural para bambú:.....	23
2.2.8. Diseño estructural con bambú.....	25
2.2.9. Criterio estadístico de Chauvenet.	39
2.3. Definición de términos básicos	40
CAPITULO 3. METODOLOGIA	42
3.1. Diseño Metodológico.....	42
3.1.1. Tipo de investigación	42
3.1.2. Nivel de investigación	42
3.1.3. Diseño de investigación	42
3.1.4. Población y Muestra.....	42
3.1.5. Técnica de investigación.	43
3.1.6. Instrumentos de investigación	43
3.2. Estudios preliminares.	44
3.2.1. Bosques de bambú en el distrito de Echarati	44
3.2.2. Lugar de recolección de culmos de Guadua Takahashiae	44
3.2.3. Selección e identificación de muestras.....	45
3.2.4. Recomendaciones para el corte de bambú.	46
3.2.5. Proceso de secado.	48

3.2.6. Rotulado de probetas.....	49
3.2.7. Elaboración de probetas	50
3.3. Identificación Taxonómica.....	51
3.4. Ensayos de Laboratorio.....	53
3.4.1. Contenido de humedad.....	53
3.4.2. Densidad.....	55
3.4.3. Resistencia a la compresión paralela a las fibras.....	59
3.4.4. Resistencia a la compresión perpendicular a las fibras.	62
3.4.5. Resistencia al Corte.....	65
3.4.6. Resistencia a la Flexión.	68
3.4.7. Resistencia a la Tracción.	72
3.5. Tratamiento estadístico de los resultados	76
3.5.1. Criterio de eliminación de datos atípicos.....	76
CAPITULO 4. DESARROLLO DE LA INVESTIGACION.....	88
4.1. Determinación de las características físicas.....	88
4.1.1. Contenido de humedad.....	88
4.1.2. Densidad.....	88
4.2. Determinación de las características mecánicas.....	89
4.2.1. Resistencia a la compresión paralela a las fibras.....	89
4.2.2. Módulo de Elasticidad en compresión paralela a las fibras.	91
4.2.3. Resistencia a la compresión perpendicular a las fibras.	92
4.2.4. Resistencia al corte.....	94
4.2.5. Resistencia a la flexión.	96
4.2.6. Módulo de Elasticidad de resistencia a flexión	98
4.2.7. Resistencia a la tracción.	99
4.2.8. Módulo de Elasticidad resistencia a la tracción	101
4.2.9. Determinación de los esfuerzos admisibles.....	102
4.3. Diseño Estructural de la vivienda ecológica de Bambú	105
4.3.1. Diseño Arquitectónico	105

4.3.2. Análisis Estructural.....	109
4.3.3. Diseño de elementos estructurales	136
CAPITULO 5. DISCUSION DE RESULTADOS	154
CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	157
6.1. Conclusiones.....	157
6.1.1. Conclusiones del Objetivo General.	157
6.1.2. Conclusiones para los Objetivos Específicos	157
6.2. Recomendaciones.....	158
Referencias	160
Anexos	165

Índice de Figuras

Figura 1 Mapa de géneros de Bambú en el Perú	13
Figura 2 Rizoma de tipo Leptomorfo, Paquimorfo y Anfimorfo respectivamente.....	14
Figura 3 Área fibrovascular del bambú.....	17
Figura 4 Características de la <i>Guadua Takahashiae</i>	18
Figura 5 Variabilidad de resultados en las probetas ensayadas.....	21
Figura 6 Diagrama de flujo de análisis estructural para estructuras de bambú.....	24
Figura 7 Detalle de cimienta y sobrecimiento.....	31
Figura 8 Unión entre piezas longitudinales.....	33
Figura 9 Unión entre piezas perpendiculares	33
Figura 10 Unión entre piezas diagonales	34
Figura 11 Cortes para uniones.....	35
Figura 12 Uniones afectadas por la capacidad portante de los apoyos.....	36
Figura 13 Uniones entre culmos del tipo H.....	37
Figura 14 Geometría de las uniones con pernos.....	38
Figura 15 Distrito de Echarati - Sector de Kiteni.....	45
Figura 16 Medición de diámetro de culmo a la altura de pecho (DAP)	45
Figura 17 Cosecha de bambú	47
Figura 18 Corte de bambú seleccionado.....	48
Figura 19 Secado al aire libre	49
Figura 20 Nomenclatura para identificar probetas.....	50
Figura 21 Hoja Caulinar principal elemento para la identificación taxonómica	52
Figura 22 Obtención del contenido de humedad.....	54
Figura 23 Probetas saturadas y determinación de su volumen	56
Figura 24 Colocación de probetas en horno y cálculo de su peso.....	57
Figura 25 Rotulado de probetas y medición de dimensiones.	59
Figura 26 Aplicación de carga en la maquina universal.....	60
Figura 27 Curva Esfuerzo - Deformación (probeta 1MC)	61

Figura 28 <i>Aplicación de carga en la maquina universal</i>	63
Figura 29 <i>Rotulado de probetas con nudo y sin nudo</i>	65
Figura 30 <i>Colocación del dispositivo de corte y la probeta</i>	66
Figura 31 <i>Aplicación de carga a la probeta</i>	66
Figura 32 <i>Esquema de ensayo a Flexión</i>	69
Figura 33 <i>Ensayo de Resistencia a Flexión en el marco de carga</i>	69
Figura 34 <i>Probeta para ensayo de Resistencia a la Tracción</i>	73
Figura 35 <i>Colocación de Sikadur 32 en el accesorio metálico y la probeta</i>	73
Figura 36 <i>Probetas terminadas, rotuladas y pintadas</i>	74
Figura 37 <i>Aplicación de carga, ensayo de tracción</i>	74
Figura 38 <i>Gráfico de probabilidad Normal resistencia compresión paralela a la fibra</i>	90
Figura 39 <i>Gráfico de probabilidad Normal para (MOE) de compresión paralela a la fibra</i> ...	92
Figura 40 <i>Gráfico de probabilidad Normal resistencia compresión perpendicular a la fibra</i> .	94
Figura 41 <i>Gráfico de probabilidad Normal resistencia a corte</i>	96
Figura 42 <i>Gráfico de probabilidad Normal resistencia a flexión</i>	97
Figura 43 <i>Gráfico de probabilidad Normal para (MOE) de flexión</i>	99
Figura 44 <i>Gráfico de probabilidad Normal resistencia a tracción</i>	100
Figura 45 <i>Gráfico de probabilidad Normal para (MOE) de tracción</i>	102
Figura 46 <i>Planta primer y segundo piso</i>	107
Figura 47 <i>Vista Frontal</i>	108
Figura 48 <i>Elevación</i>	108
Figura 49 <i>Sección de viga pre dimensionada</i>	111
Figura 50 <i>Sección de vigueta de entrepiso pre dimensionada</i>	112
Figura 51 <i>Sección de columna pre dimensionada</i>	113
Figura 52 <i>Detalle constructivo de los elementos de techo</i>	114
Figura 53 <i>Detalle constructivo de elementos de entrepiso</i>	115
Figura 54 <i>Detalle constructivo muro no portante</i>	116
Figura 55 <i>Dirección del viento "X"</i>	119

Figura 56 <i>Dirección del viento "Y"</i>	119
Figura 57 <i>Definición del material en Etabs</i>	120
Figura 58 <i>Sección compuesta para elementos estructurales</i>	121
Figura 59 <i>Modelado preliminar</i>	122
Figura 60 <i>Aplicación de Releases en elementos Frame</i>	123
Figura 61 <i>Zonas Sísmicas</i>	124
Figura 62 <i>Peso Sísmico</i>	127
Figura 63 <i>Cortante Basal análisis Estático</i>	128
Figura 64 <i>Obtención de derivas para el eje "X" y "Y"</i>	128
Figura 65 <i>Grafica de las Derivas Vs Desplazamiento Admisible</i>	129
Figura 66 <i>Masa Participativa</i>	130
Figura 67 <i>Cortante Basal Dinámico para el eje "X" y "Y"</i>	131
Figura 68 <i>Obtención de Derivas eje "X" y "Y"</i>	132
Figura 69 <i>Grafica de las Derivas VS Desplazamiento Admisible</i>	133
Figura 70 <i>Rigidez en el sentido "X" y "Y"</i>	133
Figura 71 <i>Masa por piso</i>	134

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Matriz de Operalización de Variables</i>	5
Tabla 2 <i>Coeficiente de Longitud Efectiva</i>	28
Tabla 3 <i>Clasificación de columnas según su esbeltez</i>	29
Tabla 4 <i>Tabla de valores críticos de Chauvenet</i>	40
Tabla 5 <i>Principales bosques de bambú en el distrito de Echarati</i>	44
Tabla 6 <i>Diámetros obtenidos de la medición a la altura de pecho (DAP)</i>	46
Tabla 7 <i>Tiempo de secado total</i>	49
Tabla 8 <i>Tipos de probeta y cantidad por ensayo</i>	50
Tabla 9 <i>Identificación Taxonómica de la especie bambú del distrito de Echarati</i>	52
Tabla 10 <i>Resultados el ensayo de contenido de humedad</i>	54
Tabla 11 <i>Resultados del ensayo de densidad</i>	58
Tabla 12 <i>Resultados de la resistencia a compresión paralela a la fibra y MOE</i>	61
Tabla 13 <i>Resultados de la resistencia a compresión perpendicular a la fibra</i>	64
Tabla 14 <i>Resultados de la resistencia al corte</i>	67
Tabla 15 <i>Resultados de la resistencia a la flexión</i>	71
Tabla 16 <i>Resultados de la resistencia a tracción</i>	75
Tabla 17 <i>Criterio Chauvenet resistencia a compresión paralela y su MOE</i>	77
Tabla 18 <i>Criterio de Chauvenet resistencia a compresión perpendicular</i>	79
Tabla 19 <i>Criterio de Chauvenet resistencia a corte</i>	81
Tabla 20 <i>Criterio Chauvenet resistencia flexión y módulo de elasticidad</i>	83
Tabla 21 <i>Criterio de Chauvenet módulo de elasticidad</i>	83
Tabla 22 <i>Criterio de Chauvenet resistencia a tracción</i>	85
Tabla 23 <i>Criterio de Chauvenet resistencia a tracción, iteración final</i>	85
Tabla 24 <i>Criterio de Chauvenet módulo de elasticidad tracción</i>	86
Tabla 25 <i>Criterio de Chauvenet módulo de elasticidad tracción iteración final</i>	87
Tabla 26 <i>Resultados del Contenido de Humedad</i>	88
Tabla 27 <i>Resultados de la Densidad</i>	88

Tabla 28 <i>Valores de Resistencia a Compresión Paralela a la fibra</i>	89
Tabla 29 <i>Determinación del valor característico de Resistencia a Compresión Paralela</i>	91
Tabla 30 <i>Valores de Modulo de Elasticidad en Compresión Paralela a la fibra</i>	91
Tabla 31 <i>Determinación de Modulo de Elasticidad a compresión paralela a la fibra</i>	92
Tabla 32 <i>Valores de resistencia a compresión perpendicular a la fibra</i>	93
Tabla 33 <i>Determinación valor característico de resistencia a compresión perpendicular</i>	94
Tabla 34 <i>Valores de Resistencia al Corte</i>	95
Tabla 35 <i>Determinación del valor característico de resistencia a corte</i>	96
Tabla 36 <i>Valores de resistencia a flexión</i>	97
Tabla 37 <i>Determinación del valor característico de resistencia a flexión</i>	98
Tabla 38 <i>Valores de Modulo de Elasticidad a resistencia a flexión</i>	98
Tabla 39 <i>Determinación del Módulo de Elasticidad a resistencia a flexión</i>	99
Tabla 40 <i>Valores de resistencia a tracción</i>	100
Tabla 41 <i>Determinación del valor característico a resistencia a tracción</i>	100
Tabla 42 <i>Valores de Modulo de Elasticidad a resistencia a tracción</i>	101
Tabla 43 <i>Determinación del Módulo de Elasticidad a resistencia a tracción</i>	102
Tabla 44 <i>Factores de reducción de resistencia</i>	103
Tabla 45 <i>Determinación de los Esfuerzos Admisibles</i>	104
Tabla 46 <i>Determinación de los Módulos de Elasticidad</i>	104
Tabla 47 <i>Esfuerzos Admisibles para Diseño</i>	104
Tabla 48 <i>Régimen de tenencia de viviendas-distrito Echarati</i>	106
Tabla 49 <i>Material predominante de viviendas-distrito Echarati</i>	106
Tabla 50 <i>Propiedades de los materiales para diseño</i>	109
Tabla 51 <i>Metrado de cargas para el techo</i>	114
Tabla 52 <i>Metrado de cargas para el entepiso</i>	115
Tabla 53 <i>Metrado de cargas para muros no portantes</i>	116
Tabla 54 <i>Metrado de cargas vivas</i>	117
Tabla 55 <i>Calculo de presiones de viento en el eje "X"</i>	118

Tabla 56 <i>Calculo de presiones de viento en el eje "Y"</i>	119
Tabla 57 <i>Cargas Muertas y Vivas</i>	123
Tabla 58 <i>Combinaciones de Carga</i>	124
Tabla 59 <i>Factores de Zona Sísmica (Z)</i>	125
Tabla 60 <i>Factor de Uso (U)</i>	125
Tabla 61 <i>Factor de Suelo (S)</i>	126
Tabla 62 <i>Periodos (Tp) y (Tl)</i>	126
Tabla 63 <i>Verificación de Derivas eje X</i>	128
Tabla 64 <i>Verificación de Derivas eje Y</i>	129
Tabla 65 <i>Parámetros Sísmicos</i>	130
Tabla 66 <i>Verificación de Cortante Mínima</i>	131
Tabla 67 <i>Verificación de Derivas eje X</i>	132
Tabla 68 <i>Verificación de Derivas eje Y</i>	132
Tabla 69 <i>Verificación de rigidez en "X" y "Y"</i>	133
Tabla 70 <i>Verificación de Irregularidad Torsional en "X"</i>	135
Tabla 71 <i>Verificación de Irregularidad Torsional en "Y"</i>	135
Tabla 72 <i>Irregularidades en Altura</i>	136
Tabla 73 <i>Irregularidades en Planta</i>	136
Tabla 74 <i>Carga axial y momentos para la columna C20</i>	137
Tabla 75 <i>Cortante y momentos para la viga B26</i>	139
Tabla 76 <i>Carga Axial y momentos diagonal D1</i>	141
Tabla 77 <i>Carga Axial y momentos para cuerda inferior B4</i>	143
Tabla 78 <i>Resultados finales Características Físicas</i>	154
Tabla 79 <i>Resultados finales de Esfuerzos Admisibles y Modulo de Elasticidad</i>	155
Tabla 80 <i>Comparación de Esfuerzos admisibles y módulo de elasticidad</i>	158

CAPITULO 1. INTRODUCCION

1.1. Planteamiento del problema

La industria de la construcción es una actividad que contribuye dramáticamente en la emisión de gases de efecto invernadero, siendo responsable del 19% de las emisiones totales (Labaran et al., 2021). Para mitigar estos efectos negativos en materia ambiental es necesario replantear los materiales utilizados en el sector, por ello surgen alternativas como la bioconstrucción que utilizan materiales de bajo impacto ambiental tales como madera, bambú, tierra y paja (Hernández-Zamora et al., 2021). El bambú es un material ecológico y con propiedades físico mecánicas atractivas, además como material de construcción conduce a una alternativa buena para garantizar el desarrollo sostenible (Gómez Salés et al., 2020). Además de ser un recurso de crecimiento rápido, es necesario comprender sus propiedades mecánicas como resistencia a la compresión, resistencia al corte, resistencia a la tracción, módulo de rotura y módulo elasticidad (Sánchez, 2021). Y más aún para el Perú son escasos los estudios en especies de bambú nativas, donde la mayoría de investigación se ha centrado en la *Guadua Angustifolia* (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2022), existiendo ocho especies nativas y dos endémicas (*Guadua Lynncarkiae* y *Guadua Takahashiae*) ambas especies pueden contribuir al desarrollo local (Londoño, 2013). En Echarati, los materiales más utilizados para vivienda son de adobe y madera con 46.3% y 45.3% del total de viviendas respectivamente (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2017).

La falta de información técnica local sobre las características físico mecánicas de la *Guadua Takahashiae* limita al diseño estructural, o lo descartan por ser un material poco conocido estructuralmente, según el MVCS (2020) admite el uso de la *Guadua Angustifolia* o especies de bambú de similares características físico mecánicas, no existen estudios particulares que lo incluyan con fines estructurales. Es por ello importante la diversificación de especies alternativas que puedan usarse en el diseño estructural.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Formulación del problema general.

P.G: ¿Cómo las características físicas y mecánicas del bambú (*Guadua Takahashiae*) influyen en el diseño estructural de una vivienda ecológica en la zona de Kiteni, distrito de Echarati, provincia de La Convención, departamento Cusco?

1.2.2. Formulación de los problemas específicos

P.E.1: ¿Cuáles son las características físicas del bambú (*Guadua Takahashiae*), proveniente del sector de Kiteni, distrito de Echarati, provincia de La Convención, departamento Cusco?

P.E.2: ¿Cuáles son las características mecánicas del bambú (*Guadua Takahashiae*), proveniente del sector de Kiteni, distrito de Echarati, provincia de La Convención, departamento Cusco?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación de valor teórico

La investigación servirá de guía a próximas investigaciones dentro de un campo que falta explorar como es la caracterización de las propiedades mecánicas de especies de bambúes predominantes en el departamento de Cusco. Además, los resultados serán de utilidad y base en diseños de edificaciones con bambú, su valor será considerado en los diseños estructurales que optimizará el uso de recursos. Estudiar sus características mecánicas puede promover su uso como alternativa sostenible a la madera contribuyendo a la conservación de bosques nativos. Las propiedades mecánicas del bambú, como su resistencia y flexibilidad lo hacen apto para aplicaciones en construcción desde viviendas hasta estructuras más complejas.

1.3.2. Justificación utilidad metodológica.

La investigación presentara el diseño estructural indicado en el MVCS (2020), además de tomar en consideración las normas del ICONTEC (2007), como método para determinar las características físicas y mecánicas del bambú.

1.3.3. Justificación relevancia social

En la parte social esta investigación incentivara programas de recolección, uso y procesamiento del bambú en la localidad, además promover empleos, y la posibilidad de

tener proveedores locales de materia prima para la elaboración de proyectos en bambú, además de la posibilidad de inspirar al desarrollo de nuevos productos y aplicaciones en el diseño industrial fomentando la innovación y emprendimiento local. Contribuirá a mejorar las futuras condiciones de vivienda, utilizando un material sostenible y accesible para la población.

1.3.4. *Justificación implicancia practica*

Esta investigación servirá como punto de partida a diseños estructurales de edificaciones de uso habitacional, además de optimizar el diseño estructural y garantizar su diseño, esto además incentivará la economía local generando puestos de trabajo en la siembra de bambú y manejo, además de su comercialización.

1.3.5. *Conveniencia*

La investigación se centra en la obtención de propiedades mecánicas del bambú que será de utilidad para ingenieros, arquitectos y diseñadores que deseen trabajar con bambú en sus proyectos.

1.4. *Objetivos de investigación*

1.4.1. *Objetivo general*

O.G: Determinar el diseño estructural de una vivienda ecológica en la zona de Kiteni, distrito Echarati, provincia de La Convención, departamento Cusco considerando la influencia de las características físicas y mecánicas del bambú (*Guadua Takahashiae*).

1.4.2. *Objetivos específicos*

O.E.1: Determinar mediante ensayos de laboratorio las características físicas del bambú (*Guadua Takahashiae*), proveniente del sector de Kiteni, distrito de Echarati, provincia de La Convención, departamento Cusco, siguiendo los procedimientos de la ICONTEC (2007).

O.E.2: Determinar mediante ensayos de laboratorio las características mecánicas del bambú (*Guadua Takahashiae*), proveniente del sector de Kiteni, distrito de Echarati, provincia de La Convención, departamento Cusco, siguiendo los procedimientos de la ICONTEC (2007).

1.5. Hipótesis

1.5.1. *Hipótesis general*

H.G: El diseño estructural de una vivienda ecológica en la zona de Kiteni, distrito Echarati, provincia de La Convención, departamento Cusco, es influenciado favorablemente cuando se utiliza las características físicas y mecánicas del bambú (*Guadua Takahashiae*)

1.5.2. *Hipótesis específicas*

H.E.1: El bambú (*Guadua Takahashiae*) proveniente de la zona de Kiteni, distrito Echarati, provincia de La Convención, departamento Cusco, cuenta con propiedades físicas superiores para el uso estructural.

H.E.2: El bambú (*Guadua Takahashiae*) proveniente de la zona de Kiteni, distrito Echarati, provincia de La Convención, departamento Cusco, cuenta con propiedades mecánicas superiores para el uso estructural.

1.6. Variables

Una variable es una propiedad que puede medirse u observarse, y estas adquieren valor cuando se relacionan con otras variables dentro de una investigación científica (Hernández et al., 2014).

1.6.1. *Identificación de variables*

Según Blas & Blas (2021) la variable Independiente expresa las causas del fenómeno. Para la investigación la variable independiente es “Características físicas y mecánicas del Bambú (*Guadua Takahashiae*)”

Según Blas & Blas (2021) la variable Dependiente expresa los efectos o consecuencias del fenómeno. Para la investigación la variable dependiente es “Diseño Estructural de una vivienda ecológica”

1.6.2. *Operacionalización de variables*

Identificadas las variables de estudio, se estudian las características de ellas en función a dimensiones o unidades de medida, es decir se transforma las variables en conceptos concretos, medibles y observables, a este proceso se le conoce como operacionalización de variables (Arias y Cangalaya, 2023).

Tabla 1*Matriz de Operalización de Variables*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Variable Independiente			Características Físicas	- Humedad (%) - Densidad (kg/m ³)	Guía de Observación
Características Físicas y Mercancías del Bambú (Guadua Takahashiae)	Las características físicas y mecánicas están relacionadas con la resistencia de soportar fuerzas o cargas del material, dependiendo de estas se las otorgas distintas aplicaciones (Hidalgo-López, 2003)	Atreves de métodos de ensayo para determinar propiedades físicas y mecánicas para la Guadua Angustifolia Kunth (ICONTEC, 2007)	Características Mecánicas	- Resistencia Compresión Paralela (kgf/cm ²) - Resistencia Compresión Perpendicular (kgf/cm ²) - Resistencia a Corte (kgf/cm ²) - Resistencia a Flexión (kgf/cm ²) - Resistencia a Tracción (kgf/cm ²) - Módulo de Elasticidad (kgf/cm ²)	Guía de Observación
Variable Dependiente			Análisis Estructural	- Cálculo de momento y cortante - Verificación de Derivas	Software de modelado Etabs v.21
Diseño Estructural de una Vivienda Ecológica.	Es un procedimiento técnico donde se analiza, selecciona y dimensionan elementos estructurales de una edificación con el fin de garantizar estabilidad, seguridad y funcionalidad además de integrar criterio de sostenibilidad ambiental.	Inicia con diseño arquitectónico, para una estructuración (pre dimensión), análisis (cálculo de momentos y cortante y verificación de derivas) y dimensionamiento (seccionamiento final), concluyendo en planos.	Diseño Estructural	- Cimentación - Elementos vigas, columnas, entrepisos, techo y diagonales - Uniones.	Revit 2024 Excel

1.7. Delimitación del estudio

1.7.1. Delimitación espacial

La investigación se realiza en el departamento de Cusco, provincia de La Convención, distrito de Echarati y zona de Kiteni de donde se extraerá las muestras de bambú, el distrito tiene una superficie aproximada de 10,807.31 Km², y una altitud que fluctúa entre los 600 m.s.n.m de 3800 m.s.n.m. Para nuestra investigación de donde extraeremos el Bambú (*Guadua Takahashiae*) se denominará la zona de Kiteni, comunidad Santa Elena que se ubica a 10 minutos de la vía principal carretera bicapa Quillabamba-Ivochote, ubicada en coordenadas UTM (714652.9E- 8601936.8N).

1.7.2. Delimitación temporal

La investigación se realizará en el 2025 dentro de los meses de enero a febrero para la selección y extracción de culmos de Bambú, para continuar en el mes de marzo el secado por avinagrado, consecuentemente los meses de abril, mayo y junio el trabajo de laboratorio en las instalaciones del Laboratorio de Materiales de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

CAPITULO 2. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación.

2.1.1. Antecedentes internacionales.

Varela et al. (2022) analizaron las propiedades mecánicas del bambú *Dendrocalamus Strictus* para su uso estructural, su investigación comprende la resistencia a compresión, tensión, corte y flexión, y módulos de elasticidad en compresión y flexión, el bambú fue recolectado en el sureste de México. En la metodología de trabajo se seleccionaron 50 culmos de un área aproximada de 20 hectáreas y edades de 3 a 5 años, con diámetros de 4.5 a 5 centímetros, se trabajaron dos muestras que representaban la parte inferior y superior del culmo, además se trabajó en base a la norma International Organization for Standardization (ISO 22157, 2019), para el ensayo de resistencia a compresión se utilizaron 30 probetas de la zona inferior y 30 de la zona superior, y de las mismas 15 sin nudo y 15 con nudo respectivamente, y sus dimensiones de probeta en altura era dos veces el valor del diámetro exterior, para la resistencia a tensión se utilizó 30 probetas de la parte inferior y 30 de la parte superior del culmo, su cálculo se realizó bajo la fuerza resistente y el área promedio sin nudos, con referencia a la resistencia a corte se utilizaron 30 probetas de la parte inferior y 30 de la parte superior además de 15 probetas con nudo y 15 sin nudo respectivamente, para efectuar los planos de falla se utilizó placas de corte, su esfuerzo al corte se determinó con la carga máxima aplicada entre el área en los cuatro planos de corte, la resistencia a flexión trabajaron con 30 probetas con largo de 150 cm y 10 con largo de 230 cm, el ensayo se realizó bajo un marco de carga utilizado un sistema de cuatro puntos, con una celda de carga, actuador hidráulico y dos potenciadoras lineales, en el módulo de elasticidad se utilizaron 16 probetas y relaciones matemáticas de la norma antes mencionada. Los resultados para el quinto percentil en la resistencia a compresión fueron de 200 kg/cm², resistencia a tensión 710 kg/cm², resistencia a corte 63 kg/cm², resistencia a flexión 876 kg/cm², módulo de elasticidad en compresión 88,965 kg/cm² y módulo de elasticidad en flexión de 164,132 kg/cm². Y concluyeron que las

propiedades mecánicas no dependen de los nudos, el bambú estudiado tiene propiedades mecánicas similares, y puede ser considerado para uso estructural.

Cadena et al. (2022) en su investigación analizaron la propiedades geométricas y mecánicas de compresión y tracción de la especie *Phyllostachys Aurea* en el Ecuador, en su objeto por incrementar especies de bambú para uso estructural. La metodología trabajo es con 50 culmos de bambú *Phyllostachys Aurea* con tallos de edad aproximada de 4 años y diámetros de 3.5 centímetros, y estos a su vez se dividieron en tres grupos en relación a la posición del culmo que denominaron parte inferior, media y superior. Las propiedades a determinar fueron el ensayo a tracción paralela a la fibra donde se realizaron con 36 probetas, el equipo a usar fue galgas extensiométricas y maquina universal, calculando los esfuerzos para un área de sección del plano de falla. Para el ensayo a compresión paralela a las fibras se ensayaron 72 probetas con nudo y sin nudo, con una placa solida de soporte con, la finalidad de evitar efecto de confinamiento. Adicional a esto trabajaron en las propiedades geométricas del material como el esfuerzo a tracción en función al espesor, esfuerzo a compresión en función del área, espesor y diámetro del bambú. Los resultados son representados por el valor característico que se encuentran en función del valor promedio de la muestra, desviación estándar, numero de muestras y el quinto percentil, que asegura un nivel de confianza del 75% de que los resultados representan a la población con un 95% de probabilidad de que sea excedido. Para el ensayo en tracción el valor característico es de 34.1MPa y el admisible de 5.6 MPa, para el ensayo de compresión paralela a la fibra el valor característico es de 38.0 MPa y el esfuerzo admisible de 21.1 MPa, además el módulo de elasticidad en tracción paralela a la fibra determino un resultado de 10,810 MPa y el módulo de elasticidad en compresión paralela a las fibras determino el valor de 1,060 MPa. En conclusión, según las relaciones geométricas a mayor espesor de pared de bambú se espera una resistencia a compresión mayor, la resistencia a tracción muestra una alta variabilidad esto por la dificultad de preparación de la probeta.

La Tegola et al. (2015) en su investigación el objetivo era determinar las propiedades mecánicas de la caña *Guadua Angustifolia Kunth* del Ecuador de las plantaciones de

Valencia en la provincia de Los Ríos, para los ensayos de cortante y flexión, y módulo de elasticidad. En su metodología para obtener los esfuerzos admisibles utilizaron la norma ISO 22157 (2019), para determinar las propiedades características con percentiles del 5%. Se seleccionaron las muestras de una población de 170 culmos, se ensayaron 10 probetas para flexión y 15 probetas para corte, la preparación de las probetas para el ensayo a corte se dividió en 10 probetas con nudo y 5 sin nudo, y cuya altura tiene es similar a la longitud del diámetro, con la ayuda de la máquina de compresión y la ayuda de dos placas que generan planos de corte paralelos a la fibra. En los ensayos de flexión se utilizaron 10 probetas con longitud de culmo de 30 veces el diámetro exterior, el equipo a utilizar fue un marco de carga que genera carga sobre una viga metálica sobre 4 puntos y otros 4 puntos de apoyo, todos ellos de forma articulada para obtener fallas por flexión pura que se manifiesta por compresión en la fibra superior esto debido a que la lignina que une las fibras se rompe. Los resultados obtenidos para la resistencia a corte de 9.62 MPa valor característico y 7.17 MPa esfuerzo admisible, en el caso de resistencia a flexión es de 45.85 MPa de valor característico y una deflexión de 9.5 cm en la parte media de la viga, en el análisis del módulo de elasticidad a flexión se obtuvo 38.94 MPa para el percentil del 50%. En conclusión la propiedad mecánica más débil es por resistencia corte, y a mayor espesor y diámetro será mayor el esfuerzo a cortante, en los resultados obtenidos para la resistencia a flexión se concluye que las cargas perpendiculares altas generan altas deformación por la gran flexibilidad del material, esto es un inconveniente para cumplir los requisitos de servicialidad donde para una deformación de 2 cm ofrece un esfuerzo flector de 18.86 MPa lo cual es 2.7 veces menor a su capacidad final.

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Rodríguez-Sotelo et al. (2023) en su artículo “Propiedades físicas y mecánicas de la *Guadua Lynncarkiae*, *Guadua Weberbaueri* y *Guadua Superba* en Ucayali, Perú” investiga las propiedades físicas y mecánicas de tres especies de bambú, ensayos que fueron realizados en el laboratorio de Tecnología de la Madera de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia ubicado en la ciudad de Pucallpa, Ucayali. Su objetivo se

centró en determinar las propiedades físicas y mecánicas de la *Guadua Lynncarkiae*, *Guadua Weberbaueri* y *Guadua Superba*. La metodología empleada comienza con el origen del material *Guadua Lynncarkiae* proveniente de San Martín distrito de Moyobamba, *Guadua Weberbaueri* es Pasco en Villa Rica y *Guadua Superba* en el distrito de Manaytay distrito de Ucayali. Antes de comenzar con las pruebas se inmunizó con preservante los culmos al 2% de concentración de Lorpyfos, utilizaron un esquema factorial siendo el factor bambú con 3 niveles (*Guadua Lynncarkiae*, *Weberbaueri*, *Superba*), segundo factor nivel de culmo con 3 niveles (Cepa, Basa, Sobrebase) con 3 repeticiones y 4 probetas por experimento. Para las propiedades físicas se determinó humedad verde, humedad en equilibrio, densidad verde, densidad en equilibrio, densidad anhidra, densidad básica, contracción de pared y contracción longitudinal. Las propiedades mecánicas se desarrollaron bajo la normas colombianas y peruanas, ensayo a flexión, compresión paralela, compresión perpendicular y cizallamiento. Los resultados para las propiedades físicas siguieron que el factor especie tiene efectos significativos sobre la humedad, densidad y contracción, para las propiedades mecánicas el ensayo a flexión el factor nivel de culmo no provocó diferencias estadísticas significativas. En promedio se obtuvieron valores para la *Guadua Lynncarkiae* de 21.0 MPa, *Guadua Weberbaueri* de 17.7 MPa y *Guadua Superba* 71.2 MPa, el ensayo a compresión perpendicular obtuvieron valores para la *Guadua Lynncarkiae* de 11.0 MPa, *Guadua Weberbaueri* de 24.8 MPa y *Guadua Superba* 14.4 MPa, el ensayo a cizallamiento tuvo resultados para la *Guadua Lynncarkiae* de 5.1 MPa, *Guadua Weberbaueri* de 9.8 MPa y *Guadua Superba* 5.6 MPa para las probetas sin nudo y en el ensayo a compresión paralela se obtuvieron valores de 39.5 MPa en promedio de las 3 especies y módulo de elasticidad de 11,454 MPa. Se pudo concluir de la investigación que la *Guadua Lynncarkiae* y *Guadua Weberbaueri* poseen propiedades físicas y mecánicas adecuadas para ser usado estructuralmente, y la *Guadua Superba* se sugiere si va ser utilizada en estructuras realizar investigaciones para aumentar su rigidez y resistencia.

Gutiérrez-Collao et al. (2025) determinaron las propiedades mecánicas de la *Guadua Angustifolia* Kunth en cultivos de la ciudad de Tingo María, y estos culmos se extrajeron del

fundo de la facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la selva en Huánuco. Para la determinación de las características se trabajó con culmos maduros y codificándolos al momento de su cosecha, detalles de diámetro de circunferencia, altura de culmo y distancia entre nudos. Los ensayos desarrollados son flexión y compresión paralela a la fibra separados según la posición de culmo como inferior, medio y superior, para el análisis estadístico se trabajaron con valores promedio, coeficiente de variación, máximos y mínimos para luego determinar el análisis de distribución normal de los datos. En los resultados se muestra que la cantidad de agua promedio en el ensayo a flexión es del 14%, además el módulo de rotura para la parte inferior es 52.9 MPa, media 69.1 MPa y superior 72.4 MPa con módulos de elasticidad de 4,469.7 MPa, 16,771.8 MPa y 42,188.9 MPa respectivamente. Para el ensayo a compresión paralela los esfuerzos a rotura fueron para la parte inferior es 30.9 MPa, media 31.3 MPa y superior 43.7 MPa, para el módulo de elasticidad se registró 12,232.9 MPa valor mayor en la parte inferior del culmo. Como conclusión se determinaron que la *Guadua Angustifolia* posee propiedades mecánicas adecuadas para su utilización en construcción civil.

Hurtado y Vega (2021) analizaron una vivienda que cumpla con los criterios sismorresistentes utilizando como material estructural al bambú (*Guadua Angustifolia* Kunth) con ubicación en el distrito de La Florida, San Miguel Cajamarca. Su metodología de trabajo se adquirió bambú de la ciudad de Piura, y se realizaron ensayos a resistencia al corte, resistencia a compresión y resistencia a tensión, sin embargo para los esfuerzos admisibles se utilizó los recomendados por el RNE E.100 (2020), y seguidamente se analiza el comportamiento de la vivienda ecológica con el Structural Software for Analysis and Design (ETABS, 2018), con un modelo matemático que simule una vivienda ecológica, los diseños de elementos como vigas, columnas, cimentación se realizaron bajo la normativa peruana. En los resultados se aprecia esfuerzos admisibles para Tracción 109.3 MPa, Compresión Paralela 38.9 MPa y Corte 5.2 MPa, y el contenido de humedad en promedio de 17%, estos resultados fueron obtenidos bajo el manual de la ICONTEC (2007). Concluyeron que el bambú cumple criterios sismo resistentes para vivienda ecológica, sin embargo, para la

revisión de las derivas se utilizó el empleado para estructuras de maderas, así mismo el arrostroamiento con paneles reduce en un 57% los desplazamientos laterales

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Características generales del bambú.

El bambú. Término introducido por Carl Von Linne por el año de 1753, considerado una planta gramínea como el maíz, arroz y caña de azúcar. Existen aproximadamente 1200 especies de ellas se encuentran 450 en América (Minke, 2010). Es apreciado por su rápido crecimiento y resistencia, lo que lo hace atractivo en distintas industrias como la construcción, carpintería, fabricación de papel y textilería (Amede et al., 2021)

El bambú es una hierba arborescente gigante como tal pertenece a la familia Poaceae sub familia Bambusoideae, su altura varia hasta unos 40 m de altura, además esta familia se divide en dos grupos, las gramíneas bambusoides herbáceas y las gramíneas bambusoides leñosas que a su vez florecen anualmente y se reproducen por semillas (Hidalgo-López, 2003).

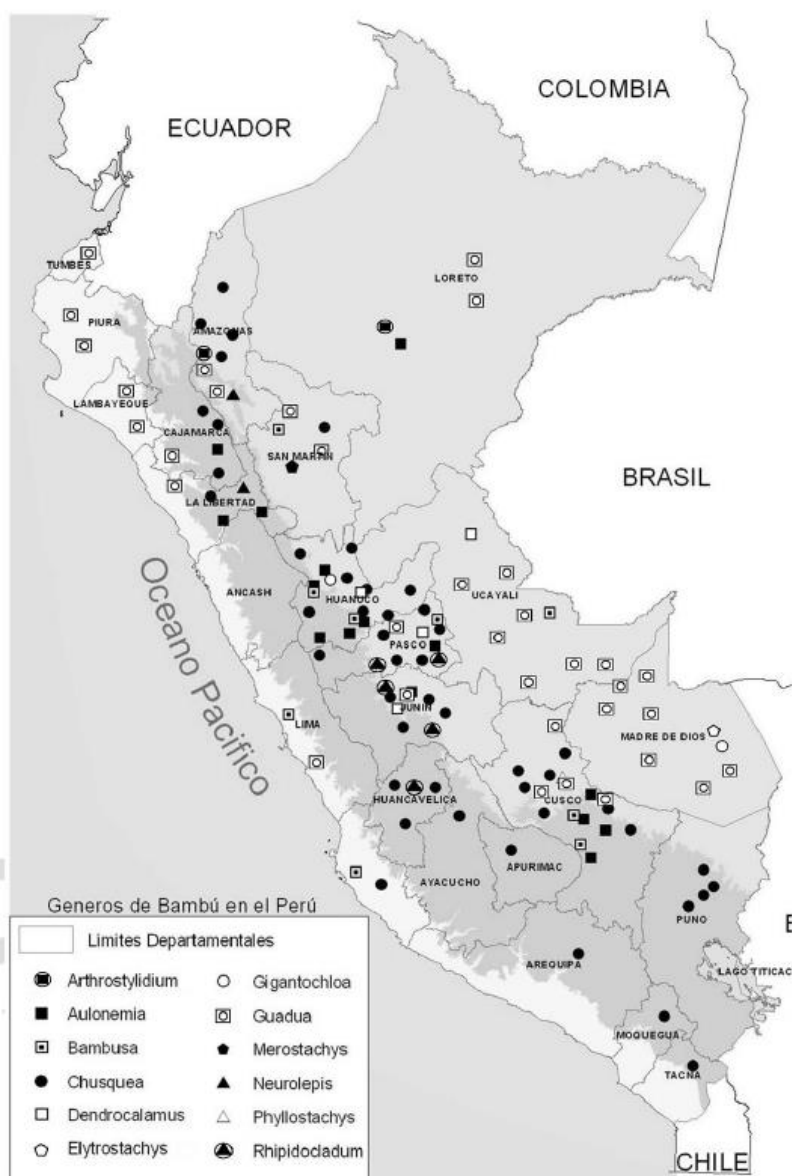
Distribución en Perú. El Perú considerado como el tercer país con mayor diversidad de América, donde se registraron 90 especies de bambúes leñosas y herbáceas, siendo los géneros leñosos como Chusquea y Guadua más representativos, y las herbáceas como Taquara y Pariana igualmente representativas (Ruiz-Sánchez, et al, 2021).

El género Guadua es nativo de a la región americana, y en el Perú se cuentan con dos especies nativas como son la Guadua Lynncarkiae y la Guadua Takahashiae. (Londoño, 2013).

En la Figura 1 se aprecia la distribución del bambú en el territorio peruano, y el departamento de Cusco la presencia de géneros como Guadua, Chusquea y Aulonemia.

Figura 1

Mapa de géneros de Bambú en el Perú



Nota: Géneros de Bambú en el Perú. De *Norma E.100 Bambú* (p. 51), por Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (www.gob.pe/sencico).

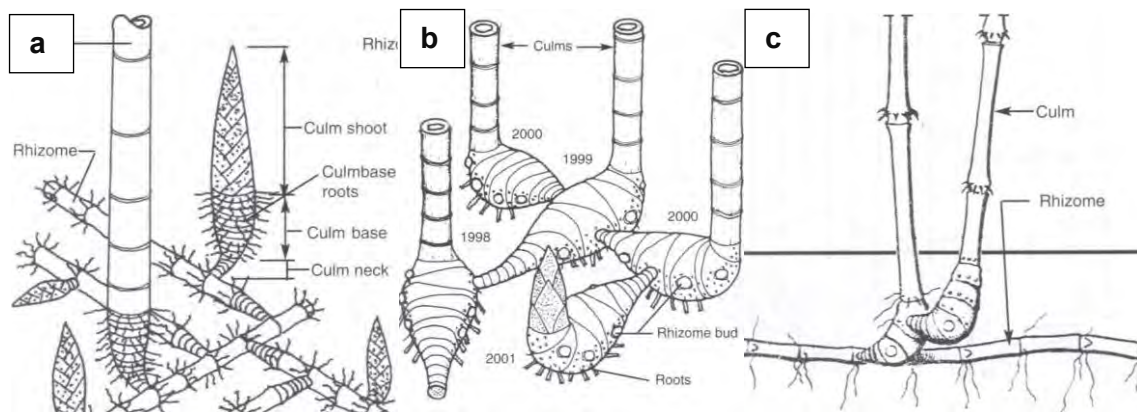
Sostenibilidad de su cultivo. El bambú es un recurso natural de rápido crecimiento además de producción de biomasa, claro que esta varía en función de la especie, condiciones de suelo y clima, pero sugiere para el bambú *Guadua Angustifolia* genera aproximadamente 100 ton por hectárea durante 6 años. Además de la reducción de la

erosión del suelo por la densa las densas raíces que propaga las plantaciones de bambú. Así como la retención de agua en sus culmos lo que regula el caudal hídrico, el bambú es una planta que asimila el CO₂ y lo almacena como biomasa y por su rápido crecimiento, puede captar en 6 años de crecimiento 54 ton de CO₂ por hectárea de cultivo (Minke, 2010).

Morfología del bambú. Su morfología tiene gran importancia debido a su naturaleza especializada y floración infrecuente, dentro de estos elementos se tiene a los rizomas, culmo, yema, hoja caulinar y follaje (Londoño, 2002).

Figura 2

Rizoma de tipo Leptomorfo, Paquimorfo y Anfimorfo respectivamente



Nota: a) Rizoma Leptomorfo, b) Rizoma Paquimorfo y c) Rizoma Anfimorfo. De *Bamboo The gift of the gods* (p. 7-8), por Oscar Hidalgo López, 2003

El Rizoma. Constituye la estructura de apoyo de la planta su estructura está dividida en tres partes cuello de rizoma, el rizoma y raíces adventicias, los elementos se encuentran bajo tierra y actúan como la raíz de la planta, en Figura 2 se aprecia los tres tipos de rizoma.

- (A) Rizoma Leptomorfo, de forma cilíndrica es delgado y elongado, con un diámetro menor al del culmo que nace de él, el cuello del rizoma siempre es corto, estos bambúes que presenta este tipo de rizoma suelen ser de zonas templada o de la región septentrional.
- (B) Rizoma Paquimorfo, se caracteriza por ser corto y grueso, de diámetro mayor al culmo que forma, y de forma curva, los bambúes ubicados en el cinturón tropical suelen tener este tipo de rizoma.

(C) Rizoma Amfimorfo, este es la combinación de los dos tipos de rizoma anteriores (Londoño, 2002).

El Culmo. Es la estructura segmentada que nace del rizoma, se divide en tres partes como el cuello, nudo y entrenudos, donde el cuello de nudo de la parte intermedia entre el rizoma y el culmo, mientras que el nudo son la unión de los entrenudos y el entrenudo la parte del culmo comprendida entre dos nudos. Los culmo jóvenes se utilizan para artesanías, mientras los culmos maduros suelen ser para usos como la construcción, mueblería, pulpa de papel etc (Londoño, 2002).

Yema. Se le suele encontrar por encima de la línea nodal, y se encuentran activos cuando termina el crecimiento apical, este elemento es importante pues ayuda en la identificación de especies, secciones y género (Londoño, 2002).

Hoja Caulinar. Estructura que nace en cada nudo del culmo y cumple la función de protección de la yema que da origen a la ramas y follaje, su importancia radica para la identificación de la especie, sección y género (Londoño, 2002).

Follaje. Utilizada principalmente fuente de elaboración de alimento de la planta, su importancia se evidencia en el estudio taxonómico nivel anatómico, es usado también como forraje para alimentar a minales (Londoño, 2002).

Inflorescencia. La floración en los bambús suelen ser de dos formas la gregaria y la floración esporádica, la floración de tipo gregaria se evidencia en los miembros de una generación determinada con origen común, sucede que todos los culmos de una especie florecen al mismo tiempo independiente del lugar y la edad que posean, este periodo de floración puede durar de 3 a 60 años, para luego de la floración la planta se debilita y junto con el rizoma exista la muerte total se aprecia en especies como la *Phyllostachys* Bambusoide, en el caso de la floración esporádica se produce cuando los individuos no florecen de forma simultánea, se da por floraciones aisladas y su ciclo de floración puede ser mayor a un año como sucede con la *Guadua Angustifolia* (Londoño, 2002).

Anatomía del culmo de bambú. La estructura anatómica del culmo de bambú es determinante para conocer su comportamiento estructural, el culmo del bambú es un

cilindro cónico, hueco, y dividido por segmentos que a su vez están separados por diafragmas o nudos, estos junto con su pared de culmo dura y cilíndrica, confieren una alta resistencia mecánica. La sección transversal del culmo muestra la siguiente estructura: La epidermis, Capa de pared de culmo y Área fibrovascular (Hidalgo-López, 2003).

Epidermis. Capa externa de la corteza, sus células se encuentran de la superficie se encuentran recubiertas por una capa brillante conocida como cutícula y debajo de ella se encuentra el hipodermis compuesta por capas de células de paredes gruesas (Hidalgo-López, 2003).

Capa interna de la pared de culmo. Cavidad interna del culmo donde suele estar impermeabilidad (Hidalgo-López, 2003).

Área fibrovascular. Esta parte se encuentra en la corteza y la pared de culmo interna, compuesto de tejidos fundamental y haces vasculares que están compuestos por tejido conductor, tubos cribosos y fibras, en promedio se tiene aproximadamente 52% de parénquima, 40% de fibras y 8% de tejido conductor. En la Figura 3 se aprecia la estructura fibrovascular del bambú, con los principales elementos que son el parénquima, haces vasculares y las fibras.

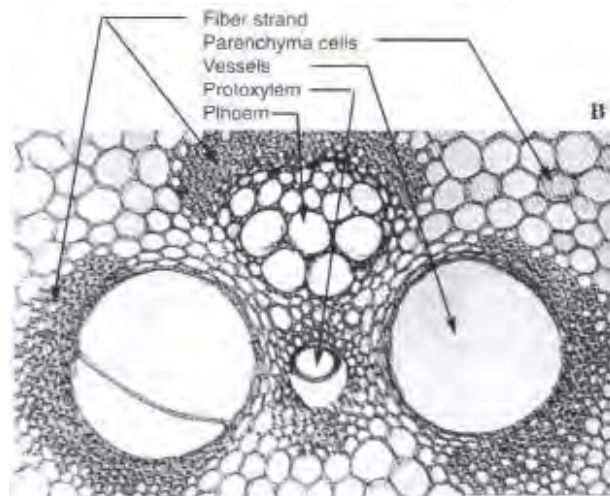
(A) Parénquima es el tejido fundamental del área fibrovascular de la pared del culmo y está formado por células parenquimatosas y estas rodean los haces vasculares.

(B) Haces Vasculares, estructuras longitudinales que recorren de forma paralela el culmo, transportando savia.

(C) Las fibras son el tejido mecánico y su función es de resistencia, además que constituyen el 40% al 50% del tejido total (Hidalgo-López, 2003).

Figura 3

Área fibrovascular del bambú.



Nota: De Bamboo The gift of the gods (p. 20), por Oscar Hidalgo López, 2003

Material ortotropico. El bambú similar a la madera cuenta con un comportamiento ortotropico ya que cuenta con tres diferentes propiedades mecánicas en tres diferentes direcciones perpendiculares entre sí, para el diseño estructural se trabajará con el bambú bajo un enfoque de comportamiento isotrópico por la complejidad de determinar propiedades en los sentidos ortogonales como la radial y tangencial (Camargo et al.,2017).

Material higroscópico. El bambú es sensible a la humedad, a diferencia de la madera el bambú comienza a contraerse cuando se inicia el secado, y este fenómeno afecta directamente el diámetro y espesor del culmo. Además, que los culmo maduros se contraen menos que los inmaduros (Hidalgo-López, 2003).

Taxonomía. La taxonomía se considera como la ciencia que describe, nombra y clasifica los organismos, mediante la flor para su identificación, la taxonomía para los bambúes no se encuentra bien desarrollada debido a los ciclos intermitentes de su floración, no obstante, se clasifica por razones prácticas al bambú en Bambú Herbáceos o Olyrodae y los Bambú Leñosos o Bambusoidae (Londoño, 2002).

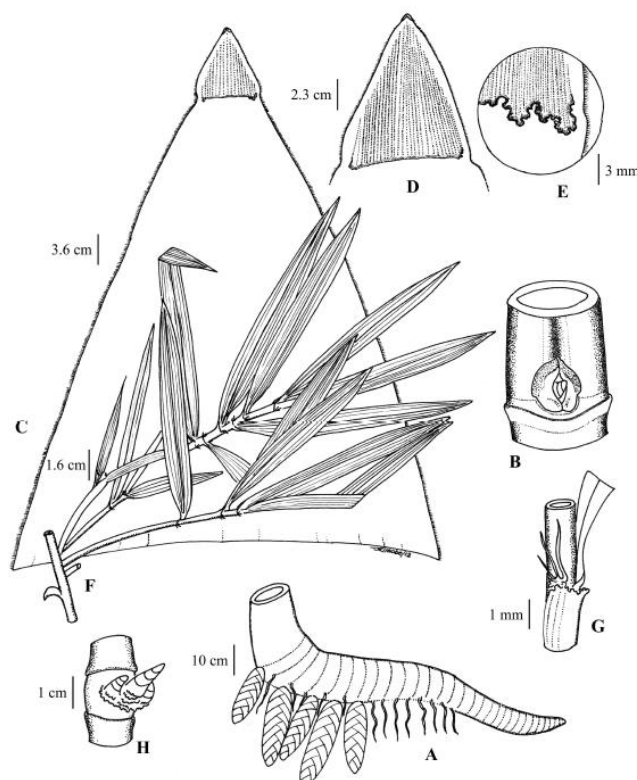
2.2.2. *Guadua Takahashiae*

Esta especie hace honor a Josefina Takahashiae, por investigar y desarrollar el bambú en el Perú. En Perú se reportaron alrededor de 37 especies y 8 géneros, la *Guadua*

Takahashiae es afín a la *Guadua Angustifolia* Kunt. En la Figura 4 se aprecia partes como: (C) hoja caulinar color café rosado, (E) lígula de la hoja caulinar casi recta y (B) yema glabrescente claves para el reconocimiento taxonómico. Ahora sus características principales son ser un bambú leñoso y espinoso, con rizoma de forma paquimorfa, culmo erecto en la base y arqueado apicalmente con alturas de 18 a 27 m y diámetros de 6 a 17 cm, entrenudo de 10 a 34 cm, hoja caulinar de forma triangular de 60 a 75 cm de longitud, su hábitat se encuentra entre el noroccidente del Perú, departamento de Amazonas a una altitud de 400 a 600 msnm, y sus usos son generalmente para la construcción en techos, vigas, paredes de bareque y entrepisos (Londoño, 2013).

Figura 4

Características de la Guadua Takahashiae



Nota: Adaptado de "Dos nuevas especies de *Guadua* para el Perú

(Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Guaduinae)", por Ximena Londoño, 2013, *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, p. 145-153

(<https://www.jstor.org/stable/24621061>).

2.2.3. *Propiedades físicas del bambú*

Es fundamental el estudio de las características físicas del bambú como la densidad y contenido de humedad, según su especie ya que difiere para cada especie, además existe una relación estrecha entre las características físicas y mecánicas influenciadas por la densidad y contenido de humedad (Hidalgo-López, 2003).

Contenido de humedad. Es el peso del agua contenida en el culmo expresado en porcentaje de su peso seco al horno, el contenido de humedad para el bambú varía entre especies, sección del culmo, además del estado de su madurez. Normalmente en estado seco las características mecánicas son mayores que en estado verde (Hidalgo-López, 2003).

Contenido de humedad de equilibrio. El bambú es un material higroscópico, esto implica que absorben o expulsan humedad propia, según la humedad del ambiente, cuando la cantidad de humedad se equilibre con el de la atmosfera se denominara contenido de humedad de equilibrio (Hidalgo-López, 2003).

Densidad. La densidad es la masa del material entre la unidad de volumen de la guadua, y está muy ligada a la resistencia a la compresión, para el bambú varía entre 0.5 a 0.9 g/cm³ (Hidalgo-López, 2003).

2.2.4. *Propiedades mecánicas del bambú*

Resistencia a compresión paralela a las fibras. En principio la resistencia a compresión paralela a sus fibras indica que las fibras están orientadas a su eje longitudinal, esta capacidad está limitada por el pandeo de las fibras más que por su resistencia al aplastamiento (Junta Acuerdo de Cartagena, 1984). La resistencia a la compresión paralela incrementa con la edad y altura del tallo (Hidalgo-López, 2003).

Resistencia a compresión perpendicular a las fibras. Este tipo de resistencia las fibras están bajo esfuerzo perpendicular al eje de las fibras. (Junta Acuerdo de Cartagena, 1984). Los esfuerzos de compresión perpendicular deben verificarse en apoyos y lugares de concentración de esfuerzos críticos (Cadena, 2018).

Resistencia a corte paralela a las fibras. Este tipo de resistencia se realiza de dos formas cuando se tiene acción de carga paralela a la fibra y cuando se está perpendicular al

sentido de las fibras, siendo la menor aquella paralela a la fibra pues proviene de la capacidad de la unión entre fibra y fibra (Junta Acuerdo de Cartagena, 1984). A comparación de la madera el bambú no posee fibras radiales lo que la hace menos resistente en el plano paralelo a las fibras (Hidalgo-López, 2003).

Resistencia a Tracción paralela a las fibras. La resistencia a la tracción paralela a las fibras se realiza bajo acción de carga axial, esta cuenta con una naturaleza violenta y explosiva en que se produce la falla (Junta Acuerdo de Cartagena, 1984).

Resistencia a flexión. La resistencia a flexión suele fallar primero en compresión para luego en tracción, donde la falla en la zona de compresión es por aplastamiento, mientras en la zona de tracción es por rotura (Junta Acuerdo de Cartagena, 1984).

Ley de Hooke. Considerado un rango limitado, que se mide desde el origen, donde la relación esfuerzo deformación puede considerarse lineal. Esta idealización se le conoce como Ley de Hooke, donde considera que el esfuerzo es directamente proporcional a la deformación unitaria y que la constante de proporcionalidad es el módulo de elasticidad (MOE). Gráficamente se representa como la pendiente desde el origen de coordenadas al punto A la figura denominado Limite de Proporcionalidad (Popov & Balan, 2000).

Esfuerzo. Se representa como la intensidad de fuerza sobre área. Cuando la intensidad de fuerza es perpendicular o normal por unidad de área, se la denomina esfuerzo normal (Popov & Balan, 2000).

Deformación Unitaria. Esta expresión está determinada sin dimensiones, pero se suele expresar como si tendría en forma de (mm/mm, in/in, etc), su cálculo se determina como la diferencia de la longitud medida luego de la carga y la longitud inicial esto dividido entre la longitud inicial o calibrada (Popov & Balan, 2000).

Curva Esfuerzo Deformación. Para su determinación se requiere un esfuerzo constante con un área de sección inicial invariable. Esta curva suele estar definida por cuatro secciones bien definidas las cuales son: La región elástica, la meseta de fluencia, región de endurecimiento por deformación y el esfuerzo postultimo. Su obtención se realiza por el esfuerzo y su respectiva deformación unitaria que grafican una curva de la cual se

puede inferir propiedades del material como el módulo de elasticidad (Popov & Balan, 2000).

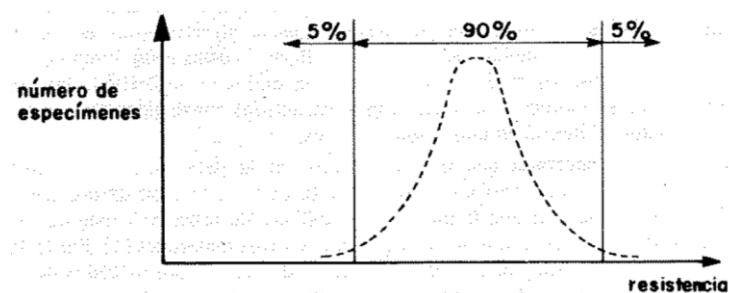
2.2.5. Esfuerzos admisibles de las probetas y módulo de elasticidad.

Esfuerzos Admisibles.

Los cálculos están basados en resultados de ensayos con probetas pequeñas libres de defectos (Junta Acuerdo de Cartagena, 1984). Estos ensayos se realizarán siguiendo los protocolos de la norma ICONTEC (2007), además los datos presentarán una variabilidad normal como se muestra en la Figura 5. El primer paso es el cálculo del esfuerzo resistente en condiciones ultimas o valor correspondiente al quinto percentil del número total de muestras, las cuales serán mayores a 20 especímenes por ensayo, ordenando los datos de ensayo de forma creciente determinamos el valor de exclusión al 5%. El segundo paso será calcular valor característico que está en función del valor correspondiente del quinto percentil, numero de muestras, desviación estándar de los datos de prueba de laboratorio y promedio de datos de prueba de laboratorio. El tercer paso calcula el esfuerzo admisible que se encuentra en función del valor característico, factor de reducción por diferencia entre las condiciones de los ensayos de laboratorio, factor de seguridad y factor de duración de carga del (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio [MinVivienda], 2017).

Figura 5

Variabilidad de resultados en las probetas ensayadas



Nota: De *Manual de Diseño de maderas del grupo andino* (p. 272), por Junta de Acuerdo de Cartagena, 1984, (<https://es.scribd.com/document/403541599/Manual-de-diseno-para-maderas-del-grupo-andino-pdf>)

Módulo de Elasticidad.

El módulo de elasticidad viene a ser la relación entre el esfuerzo y la deformación unitaria, a esta idealización se la conoce como Ley de Hooke, gráficamente se define como una línea recta parte del diagrama esfuerzo deformación unitaria (Popov & Balan, 2000).

El módulo de elasticidad ($E_{0.5}$) será el módulo promedio de los datos obtenidos y el módulo de elasticidad ($E_{0.05}$) será el quinto percentil de los datos obtenidos, estos módulos no serán afectados por factores de reducción, debido a que las consideraciones de seguridad se encuentran implícitos en las limitaciones para deflexiones (Junta Acuerdo de Cartagena, 1984).

2.2.6. Normativa de diseño estructural con bambú.

International Organization for Standardization (ISO-20156, 2019). Bambú diseño estructural, proporciona protocolos de forma básica para la construcción con cañas, y como respaldo tiene a la ISO 22157-1 (2004). Bambú sobre la determinación de las propiedades físicas y mecánicas, dentro de estas directivas se contempla también elementos de bambú laminado para construcción (Gatío, 2014).

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (MIDUVI, 2016). El gobierno ecuatoriano a través del ministerio de desarrollo urbano y vivienda fueron los encargados de la elaboración de este documento que aborda la selección, diseño, procesos constructivos y mantenimiento de la Guadua Angustifolia Kunth (MIDUVI, 2016).

Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente (MinVivienda, 2017). Sobre el código colombiano para estructuras sismorresistentes, se incluye un capítulo sobre estructuras de bambú con una especie común de Colombia la (Guadua Angustifolia Kunth), para el diseño estructural se toma en cuenta la filosofía de esfuerzos admisibles, donde se modifica por factores como carga y humedad. Como complemento se tiene métodos y ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas del bambú Guadua Angustifolia Kunth descrita en la norma ICONTEC (2007) (MinVivienda, 2017).

Reglamento Nacional de Edificaciones E.100 Bambú (RNE E.100, 2020). El reglamento nacional de edificaciones del Perú, aprobó base legal en 2012 para estructuras con bambú sismorresistentes (Gatío, 2014), establece lineamientos técnicos para el diseño

y construcción con bambú *Guadua Angustifolia* y bambúes de similares características físicas y mecánicas, su campo de acción las limita a dos pisos, su apoyo principal normativo es de la norma colombiana ICONTEC (2007) y la ISO 22156 (2019), para el diseño en bambú (MVCS, 2020).

2.2.7. Métodos de diseño estructural para bambú:

El proceso de diseño normalmente cumple tres aspectos: (1) Caracterización de las propiedades resistentes y elásticas del material, (2) Definición de las cargas y su combinación de las mismas para el diseño y (3) Definición de un nivel aceptable de seguridad, estos aspectos tendrán distintos tratamientos dependiendo la filosofía de cálculo utilizada, que suele ser Esfuerzos Admisibles o Estados Limite últimos (Guindos et al., 2019). En la Figura 6 se aprecia el diagrama de flujo para el análisis estructural en bambú, muy similar a la metodología convencional, ahora con la particularidad del procedimiento inicial de la caracterización física y mecánica de las propiedades de bambú.

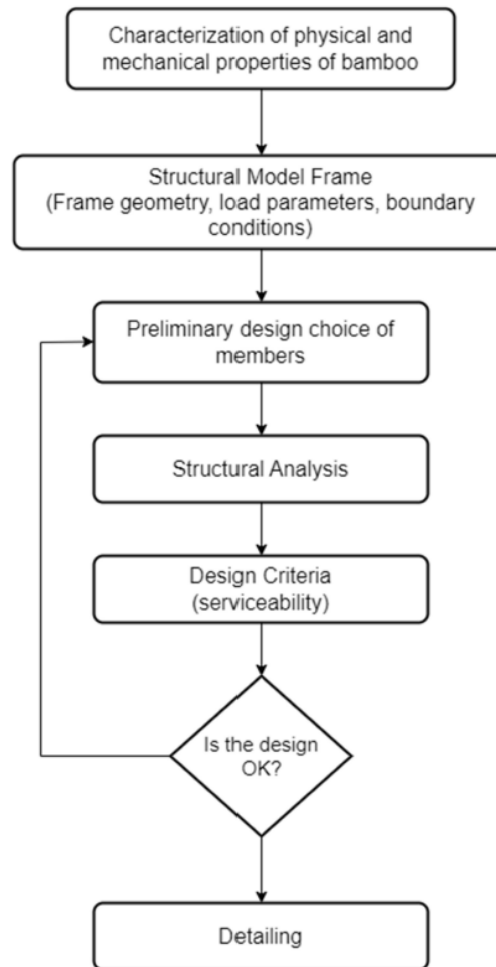
Según el MVCS (2020), la aplicación de la norma es a nivel nacional para edificaciones de hasta dos niveles con carga vivas de hasta 250 kg/cm^2 , y para la especie *Guadua Angustifolia* e especies de similares características físico mecánicas. Los esfuerzos admisibles designados en esta norma son aplicables para procedimientos normales de análisis Lineal y elástico, en la etapa de diseño se utiliza el método de esfuerzos admisibles además que se tendrá en cuenta criterios de resistencia, rigidez y estabilidad. Dentro de los requisitos de resistencia se diseña para los esfuerzos producidos por las cargas de servicio y modificados para cada caso según sea para compresión, corte, flexión, aplastamiento y tracción.

El procedimiento del diseño estructural estableciendo la geometría dentro de un modelo matemático para evaluar como responderá la estructura a las cargas preestablecidas. Los resultados de este análisis se comparan con los criterios de diseño, como los límites de servicio. Si los resultados no cumplen con los criterios de diseño, el diseño preliminar se ajusta hasta que se logre el cumplimiento. El paso final es el detalle,

donde los elementos estructurales se especifican y documentan meticulosamente para la construcción (Amede et al., 2021).

Figura 6

Diagrama de flujo de análisis estructural para estructuras de bambú.



Nota: Extraído De "A compendium of research, tools, structural analysis, and design for bamboo structures. Buildings", por N. A. G. Muhammad, J, N, Orejudos y M, J, C, Aniñon, 2024, *Buildings*, volumen (14), p. 2419 (<https://doi.org/10.3390/buildings14082419>)

Metodología de Esfuerzos Admisibles. Este método de Esfuerzos Admisibles o Allowable Stress Design (ASD), se basa en valores de esfuerzos básicos los cuales pueden definirse como los esfuerzos principales producidos por probetas de pequeño tamaño, cuando se genera la rotura de un ensayo destructivo normalizado, los resultados de la rotura de probetas suelen tener una distribución normal (Guindos et al., 2019). Este criterio

establece que para las cargas de trabajo no puede excederse el esfuerzo admisible, además que se garantice que la estructura se mantenga en el rango elástico (Riddel y hidalgo, 2010).

Los esfuerzos admisibles sufren corrección por coeficientes de modificación que suelen ser distintos para cada reglamento donde se aplica, para el caso de Perú, se tiene el coeficiente de modificación por duración de carga (CD), coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas (CL) y el coeficiente de modificación por redistribución de cargas y acción conjunta (Cr) (RNE E.100, 2020).

$$f_i \leq F_i \cdot CD \cdot CL \cdot Cr \quad \dots \text{Ecuacion(1)}$$

Donde:

F_i : Esfuerzo admisible modificado en la sollicitación i , en MPa.

f_i : Esfuerzo actuante en la sollicitación i , en MPa.

C: Coeficiente de Modificación

2.2.8. Diseño estructural con bambú.

Diseño de elementos sometidos a flexión. En el diseño de miembros sometidos a flexión se deben verificar los efectos de deflexiones, flexión, cortante paralelo a la fibra y aplastamiento, y bajo ninguna circunstancia estas deben ser superior a los esfuerzos admisibles modificados (RNE E.100, 2020).

Deflexiones. Las deflexiones serán calculadas para la combinación más desfavorable de cargas permanentes y sobrecarga de servicio actuando solas. Para un pre dimensionamiento se puede utilizar relaciones de resistencia de materiales.

- (1) Carga permanente más sobre carga de servicio techo de yeso $L/300$.
- (2) Carga permanente más sobre carga de servicio techo industriales y inclinado $L/200$.
- (3) Para sobrecarga de servicio de tipo edificaciones $L/350$ o 13 mm de deflexión máxima.

Flexión. Los esfuerzos máximos de tracción y compresión producidos por flexión (f_b) serán calculados para la sección de máximo momento, y esta no deberá ser superior al esfuerzo admisible modificado (F'_b) en flexión.

$$f_b = \frac{M}{S} \leq F'_b \quad \dots \text{Ecuacion(2)}$$

Donde:

f_b : Esfuerzo a flexión actuante, en MPa

F'_b : Esfuerzo admisible modificado, en MPa

M : Momento actuante sobre el elemento, en N.mm

S : Modulo de sección, en mm^3

El módulo de sección para un culmo tiene la siguiente expresión:

$$S = \frac{\pi(D_e^4 - (D_e - 2t)^4)}{32D_e} \quad \dots \text{Ecuacion(3)}$$

Donde:

S : Modulo de sección, en mm^3

D_e : Diámetro exterior promedio, en mm

t : Espesor promedio de pared de culmo, en mm

Cortante. El esfuerzo a cortante no deberá exceder el esfuerzo máximo admisible modificado, se realizará la verificación en la parte más crítica que será a una distancia separada del apoyo, igual al peralte de la viga, se representará por la siguiente ecuación.

$$f_v = \frac{2V}{3A} \left(\frac{3D_e^2 - 4D_e t + 4t^2}{D_e^2 + 2D_e t + 2t^2} \right) \leq F'_v \quad \dots \text{Ecuacion(4)}$$

Donde:

f_v : Esfuerzo cortante paralelo a las fibras actuantes, en MPa

A : Área de la sección transversal del elemento de guadua rolliza, en mm^2

D_e : Diámetro exterior promedio de la sección de guadua rolliza, en mm

t : Espesor promedio de la sección de guadua rolliza, en mm

F'_v : Esfuerzo admisible modificado para corte paralelo a las fibras, en MPa

V: Fuerza cortante en la sección considerada, en N

Aplastamiento. El ultimo chequeo se realiza para esfuerzos de compresión perpendicular a la fibra, y este no debe exceder el esfuerzo de compresión admisible modificado (MVCS, 2020).

$$f_p = \frac{3RD_e}{2tL^2} \leq F'_p \quad \dots \text{Ecuacion(5)}$$

Donde:

F'_p : Esfuerzo admisible modificado en compresión perpendicular a la fibra, en MPa.

f_b : Esfuerzo actuante en compresión perpendicular actuante, en MPa.

D_e : Diámetro exterior promedio de la sección de guadua rolliza, en mm.

t: Espesor promedio de la sección de guadua rolliza, en mm.

L: Longitud de apoyo en mm.

R: Fuerza aplicada en sentido perpendicular a las fibras, en N

Diseño de elementos solicitados por Fuerza Axial. Estos elementos son aquellos cuyas sollicitaciones de fuerzas pasan por el eje longitudinal del culmo.

Elementos solicitados a tensión axial. El esfuerzo de tensión axial actuante en cualquier sección, no debe exceder el valor del esfuerzo admisible a tensión axial modificado.

$$f_t = \frac{T}{A_n} \leq F'_t \quad \dots \text{Ecuacion(6)}$$

Donde:

F'_t : Esfuerzo admisible modificado en tensión, en MPa.

f_t : Esfuerzo a tensión actuante, en MPa.

T: Fuerza de tensión aplicada, en N.

A_n : Área neta del elemento, en mm².

Elementos solicitados a compresión axial. Para los elementos sometidos a carga axial de compresión deben realizar ciertas revisiones.

La *Longitud Efectiva* es la longitud teórica de una columna equivalente con articulaciones en sus extremos, y se calcula bajo la siguiente relación.

$$l_e = l_u K \quad \dots \text{Ecuacion(7)}$$

Donde:

l_u : Longitud no soportada lateralmente del elemento, en mm.

l_e : Longitud efectiva, en mm

K: Coeficiente de longitud efectiva, según las restricciones en los apoyos

Tabla 2

Coeficiente de Longitud Efectiva.

Condiciones de apoyos	K
Ambos extremos articulados (Extremos del elemento deben estar restringidos al desplazamiento perpendicular a su eje longitudinal)	1.0
Un extremo con restricción a la rotación y al desplazamiento y el otro libre	2.0

Nota: De Norma E.100 Bambú (p. 10), por Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020,

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción

(www.gob.pe/sencico).

La *Esbeltez* es la medida está determinada por la siguiente expresión.

$$\lambda = \frac{l_e}{r} \quad \dots \text{Ecuacion(8)}$$

Donde:

λ : Relación esbeltez del elemento.

l_e : Longitud efectiva del elemento, en mm.

r: Radio de giro de la sección, en mm.

La *Clasificación de Columna* según la relacion de su esbeltez las columnas pueden clasificarse como cortas, intermedias o largas.

$$C_k = 2.565 \sqrt{\frac{E_{0.05}}{F'_c}} \quad \dots \text{Ecuacion(9)}$$

Donde:

F'_c : Esfuerzo admisible modificado en compresion paralela a las fibras, en MPa

$E_{0.05}$: Modulo de elasticidad percentil 5, en MPa

Tabla 3

Clasificación de columnas según su esbeltez

Columna	Esbeltez
Corta	$\lambda < 30$
Intermedia	$30 < \lambda < C_k$
Largo	$C_k < \lambda < 150$

Nota: De Norma E.100 Bambú (p. 10), por Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020,

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción

(www.gob.pe/sencico).

La *Carga Admisible* para columna corta.

$$N_{adm} = f_c \cdot A \quad \dots \text{Ecuacion(10)}$$

La *Carga Admisible* para columna Intermedia

$$N_{adm} = f_c \cdot A \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{\lambda}{C_k} \right)^4 \right] \quad \dots \text{Ecuacion(11)}$$

La *Carga Admisible* para columna Larga.

$$N_{adm} = \frac{\pi^2 E \cdot A}{2.5(\lambda^2)} \quad \dots \text{Ecuacion(12)}$$

Donde:

N_{adm} : Carga axial admisible.

f'_c : Esfuerzo admisible modificado en compresión, en MPa.

A: Área de la sección transversal del elemento de guadua rolliza, en mm²

λ : Relación esbeltez del elemento.

E: Modulo de elasticidad, en MPa

C_k : Esbeltes que marca el límite entre columna intermedias y largas.

Diseño de elementos sometidos a flexión y carga axial

Para el diseño de elementos con acción de flexión y carga axial se deben tomar en cuenta los siguientes casos.

Elementos solicitados a flexión con tensión axial.

Este caso implica tener elementos sometidos a tracción axial y flexión simultáneamente, y deberá cumplir la siguiente ecuación.

$$\frac{f_t}{F'_t} + \frac{f_b}{F'_b} \leq 1.0 \quad \dots \text{Ecuacion(13)}$$

Donde:

f_t : Esfuerzo a tensión actuante, en MPa

F'_t : Esfuerzo a tensión modificado admisible, en MPa

f_b : Esfuerzo a flexión actuante, en MPa

F'_b : Esfuerzo a flexión modificado admisible, en MPa

Elementos solicitados a flexo compresión

Este caso implica tener elementos sometidos a compresión axial y flexión simultáneamente, y deberá cumplir la siguiente ecuación (MVCS, 2020).

$$\frac{f_c}{F'_c} + \frac{k_m f_b}{F'_b} \leq 1.0 \quad \dots \text{Ecuacion(14)}$$

f_c : Esfuerzo de compresión paralela a la fibra, en MPa

F'_c : Esfuerzo modificado de compresión paralelo a la fibra admisible, en MPa

f_b : Esfuerzo a flexión actuante, en MPa

F'_b : Esfuerzo modificado a flexión admisible, en MPa

K_m : Coeficiente de magnificación de momentos.

$$k_m = \frac{1}{1 - 1.5 \left(\frac{N_a}{N_{cr}} \right)} \quad \dots \text{Ecuacion(15)}$$

Donde:

N_a : Carga de compresión actuante, en N.

N_{cr} : Carga critica de Euler

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 E_{0.05} I}{l_e^2} \quad \dots \text{Ecuacion(16)}$$

Donde:

I : Momento de inercia de la sección, en mm⁴.

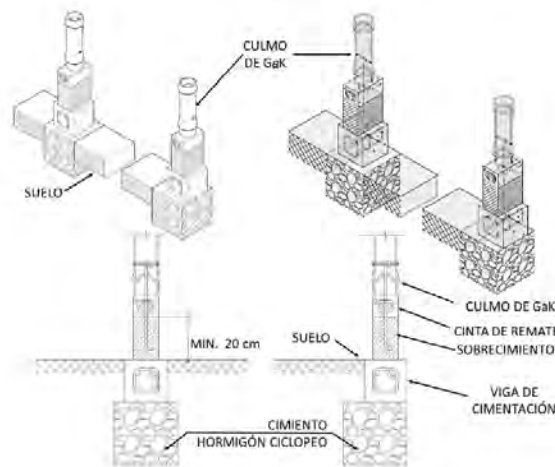
$E_{0.05}$: Modulo de elasticidad del percentil 5, en MPa.

l_e : Longitud efectiva del elemento, en mm.

Diseño de cimentación y sobrecimiento. Se regirán por la norma E.050 Suelos y cimentaciones del reglamento nacional de edificaciones. Como principio que la altura mínima sobre el nivel de terreno será de 20 centímetros (MVCS, 2020).

Figura 7

Detalle de cimiento y sobrecimiento.



Nota: De *Estructuras de Guadua* (p. 50), por Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2016, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

(<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>)

Diseño de zapata aislada. Provee la solución más económica para la transferencia de carga entre el suelo y las columnas, por ello se realiza distintos procedimientos para su diseño, como el dimensionamiento del área, verificación del peralte por corte y diseño del acero de refuerzo (MVCS, 2020).

El cálculo de *Dimensionamiento del área*.

$$\sigma_{neto} = \sigma_t - \left[\left(\frac{\gamma_s + \gamma_c}{2} \right) D_f + SC \right] \quad \dots \text{Ecuacion(17)}$$

$$A_z = \frac{P_s}{\sigma_{neto}} \quad \dots \text{Ecuacion(18)}$$

Donde:

SC: Sobre carga del terreno, en kgf/cm^2

σ_t : Capacidad portante del suelo, en kgf/cm^2 .

σ_{neta} : Capacidad portante neta admisible del suelo, en tnf/m^2

λ_s : Peso del suelo, en tnf/m^3 .

λ_c : Peso del concreto, en tnf/m^3 .

D_f : Profundidad de cimentación, en m.

A_z : Área de zapata, en m^2 .

P_s : Carga de servicio, en tnf

El cálculo de *Peralte de Punzonamiento*.

$$V_{up} \leq \phi V_{cp} \quad \dots \text{Ecuacion(19)}$$

Donde:

V_{up} : Cortante ultima por punzonamiento.

V_{cp} : Resistencia del concreto al punzonamiento.

El cálculo de *Diseño de acero de refuerzo*

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)} \quad \dots \text{Ecuacion(20)}$$

Donde:

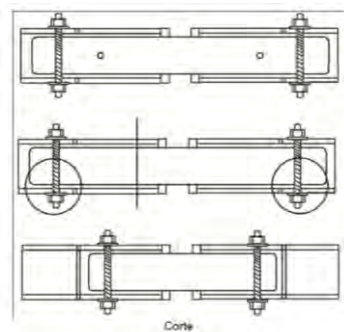
f_y : Limite de fluencia del acero, en kgf/cm^2

M_u : Momento último, en tnf/m

A_s : Acero de refuerzo, en cm^2/m

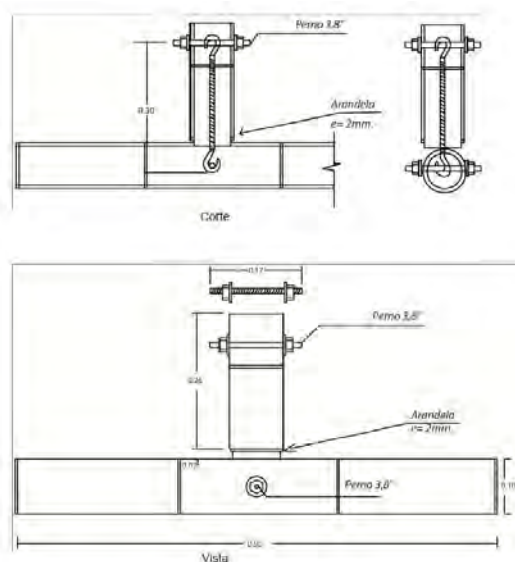
Uniones entre piezas Estructurales.

La *Uniones Colineales* utiliza tarugos de madera y perno de 3/8" en cada externo para una resistencia aproximada de 200 kg/cm^2 . En la Figura 8 se aprecia la unión de dos culmos de bambú a través de tarugos de madera empernados.

Figura 8*Unión entre piezas longitudinales*

Nota: De Norma E.100 Bambú (p. 42), por Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020,
 Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción
 (www.gob.pe/sencico).

Las *Uniones Perpendiculares* utiliza barra, pernos y pasadores de 3/8" para una resistencia admisible de 200Kg.

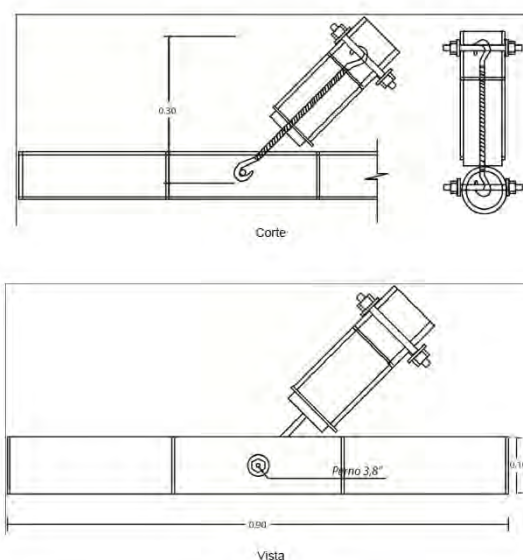
Figura 9*Unión entre piezas perpendiculares*

Nota: De Norma E.100 Bambú (p. 43), por Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020,
 Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción
 (www.gob.pe/sencico).

Las *uniones Diagonales* utilizan barra, pernos y pasadores de 3/8" con mortero de relación (1:3 cemento: arena)

Figura 10

Unión entre piezas diagonales



Nota: De *Norma E.100 Bambú* (p. 44), por Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020,
Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción
(www.gob.pe/sencico).

Los *Cortes para Uniones entre culmos* cuyas piezas de bambú deben cortarse de forma que se tenga un nudo entro en cada extremo con una distancia máxima de 6 cm del nudo, para ello existen tres tipos de cortes: corte recto, boca de pescado y pico de flauta. (MIDUVI, 2016)

Figura 11*Cortes para uniones*

Nota: De Norma E.100 Bambú (p. 36), por Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (www.gob.pe/sencico).

Diseño de uniones pernaadas.

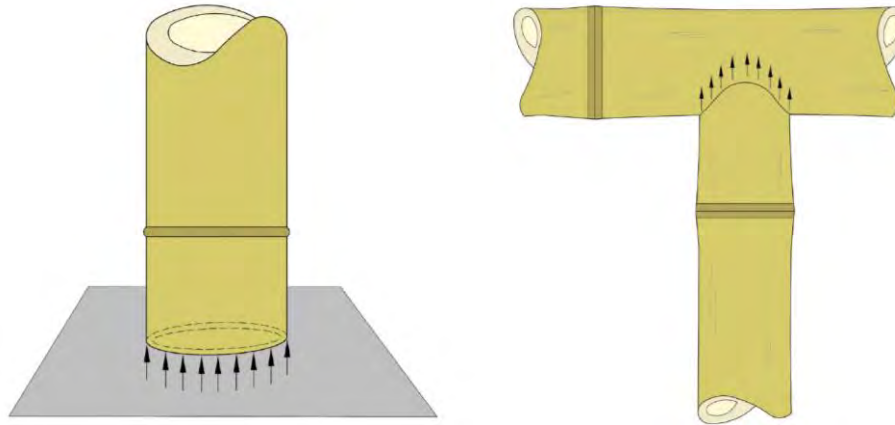
Para el diseño de uniones de bambú se utilizará un enfoque de diseño por capacidad de componentes (Trujillo et al, 2025).

Diseño de uniones en apoyo.

Esta capacidad portante de los culmos en los apoyos, ya sean de tipo corte recto o boca de pescado (Trujillo et al, 2025).

Figura 12

Uniones afectadas por la capacidad portante de los apoyos



Nota: De Manual for the design of bamboo structures to ISO 22156:2021 (p. 88), por The Institution of Structural Engineers, 2025.

(<https://www.istructe.org/resources/manuals/manual-design-bamboo-structures-iso22156/>).

$$P_b = C_{EB} * f_c * A \quad \dots \text{Ecuacion(21)}$$

Donde:

C_{EB} : 0.8 para corte recto y 0.4 para corte boca de pescado.

F'_c : Esfuerzo admisible en compresión paralela a las fibras, en kgf/cm²

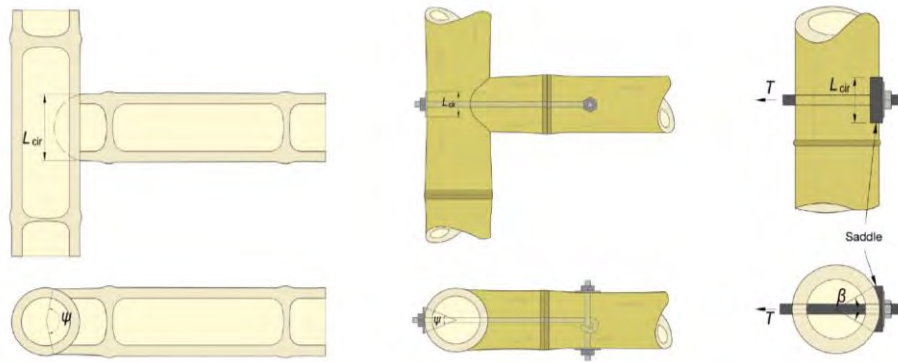
A: Área total en contacto, en cm²

P_b : Capacidad portante de los culmos, en kgf

Diseño unión tipo T y H

Como el diseño de la unión se basa en la capacidad de los componentes, para una unión tipo T, se verificarán las dos secciones donde se produce la transferencia de carga que vendría a ser el culmo atrasado por un pasador y el culmo dos que vendría a ser el que se soporta por medio de una platina.

Para un β de 45° a 180°, se utilizará la siguiente relación para la primera verificación donde el culmo resiste fuerza en sentido perpendicular a las fibras.

Figura 13*Uniones entre culmos del tipo H*

Nota: De Manual for the design of bamboo structures to ISO 22156:2021 (p. 89), por The Institution of Structural Engineers, 2025.

(<https://www.istructe.org/resources/manuals/manual-design-bamboo-structures-iso22156/>).

$$P_{cir} \leq 0.5 * L_{cir} * t * f_c \quad \dots \text{Ecuacion(22)}$$

Donde:

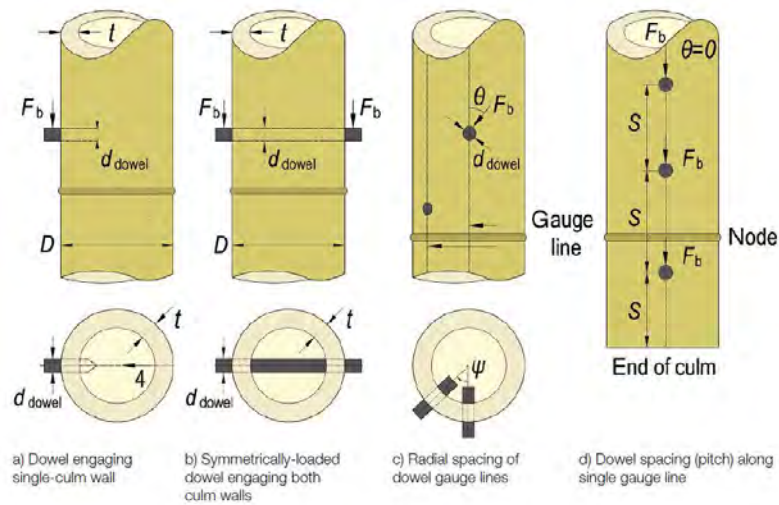
f_c : Esfuerzo admisible en compresión paralela a las fibras, en kgf/cm^2

L_{cir} : Ancho de platina, en cm

t : Espesor de pared de culmo, en cm.

P_{cir} : Capacidad portante de los culmos, en kgf

Para la verificación de capacidad de resistencia de los culmos por compresión de los pernos al momento de la transferencia de la carga, se tiene.

Figura 14**Geometría de las uniones con pernos**

Nota: De Manual for the design of bamboo structures to ISO 22156:2021 (p. 90), por The Institution of Structural Engineers, 2025.

(<https://www.istructe.org/resources/manuals/manual-design-bamboo-structures-iso22156/>).

$$F_b \leq C * D_{\text{dowel}} * t * f_c \quad \dots \text{Ecuacion(23)}$$

Donde:

C: 0.3 para corte recto y 0.2 para ángulos mayores a 5°, con sistema asimétrico, 1.4 para corte recto y 0.8 para ángulos mayores a 5°, con sistema simétrico

f_c : Esfuerzo admisible en compresión paralela a las fibras, en kgf/cm²

t: Espesor de pared de culmo, en cm

F_b : Capacidad portante de los culmos, en kgf

Para la verificación de capacidad de resistencia de los culmos corte de los pernos al momento de la transferencia de la carga (Trujillo et al, 2025).

$$F_b \leq C * D_{\text{dowel}} * t * f_v \quad \dots \text{Ecuacion(24)}$$

Donde:

C: 1.6 para sistema asimétrico y 3.2 sistema simétrico.

f_v : Esfuerzo admisible en corte, en kgf/cm²

t: Espesor de pared de culmo, en cm

Fb: Capacidad portante de los culmos, en kgf

2.2.9. **Criterio estadístico de Chauvenet.**

Este método permite determinar valores atípicos dentro de los datos obtenidos por la destrucción de las probetas de laboratorio, el procedimiento es iterativo hasta poder conseguir que la totalidad de los datos sean válidos (Sanchez & Gomez, 2019).

La Tabla 4 muestra los coeficientes de Chauvenet relacionado al número de datos, el procedimiento consiste en:

- (1) Cálculo de la desviación estándar (S), para el conjunto de datos (n), y se determinara con la siguiente expresión.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad \dots \text{Ecuacion(25)}$$

Donde:

S: Desviación Estándar

X_i : Dato de ensayo

$\bar{X}$: Promedio aritmético del conjunto de datos

n: Numero de datos.

- (2) Seguidamente determinara la siguiente expresión:

$$R_n = \frac{|(X_i - \bar{X})|}{S} \quad \dots \text{Ecuacion(26)}$$

- (3) Seguidamente se compara R_n obtenido para cada dato con el coeficiente de Chauvenet (K_n), donde para un R_n mayor a K_n se considera al dato como valor atípico.

$$R_n > K_n \quad \dots \text{Ecuacion(27)}$$

- (4) Una vez culminada la iteración se eliminan los valores atípicos, para volver aplicar el criterio con los datos restantes (Sanchez & Gomez, 2019).

Tabla 4*Tabla de valores críticos de Chauvenet*

n	K(n)	n	K(n)	n	K(n)	n	K(n)
2	1.150	10	1.960	18	2.200	26	2.341
3	1.383	11	2.000	19	2.222	27	2.355
4	1.534	12	2.037	20	2.241	28	2.369
5	1.645	13	2.070	21	2.260	29	2.382
6	1.732	14	2.100	22	2.278	30	2.394
7	1.803	15	2.128	23	2.295	31	2.406
8	1.863	16	2.154	24	2.311	32	2.418
9	1.915	17	2.178	25	2.326	33	2.429

Nota: De *Criterio Chauvenet*, por L. Benites, <https://statologos.com/criterio-de-chauvenets/>

2.3. Definición de términos básicos

Basa: Es el segundo elemento del culmo, la continuación de la Ceba con 4 a 6 metros de longitud (MIDUVI, 2016).

Ceba: Primer segmento del culmo del bambú con longitud de 3 a 4 metros aproximadamente, donde presenta un mayor diámetro y espesor de culmo (MIDUVI, 2016).

Culmo: Tallo de bambú, conformado de nudos y entrenudos, de forma análoga al tallo de un árbol (MIDUVI, 2016).

Endémico: Se refiere a algo originario de lugar propio o nativo (MIDUVI, 2016).

Entrenudo: Posición del culmo comprendida entre dos nudos adyacentes (MIDUVI, 2016).

Fibra: Células alargadas con extremos puntiagudos y casi siempre con paredes gruesas (MIDUVI, 2016).

Líquenes: Organismos resultantes de la simbiosis de hongos con algas unicelulares, crece en zonas húmedas, suelen crecer en culmos maduros (Londoño, 2002).

Nudo: Parte del culmo donde las fibras se entrecruzan (MIDUVI, 2016).

Sobrebasa: Tercer segmento de culmo localizado encima de la basa con longitudes de hasta 4 metros de longitud (MIDUVI, 2016).

Probeta: Segmento de pieza de guadua que se usa con fines de pruebas de laboratorio, previamente se le extrajeron sus medidas físicas (ICONTEC, 2007).

Rollizo: Estado natural de los talles de bambú (MIDUVI, 2016).

Rodal: Conjunto de culmos que pueblan un terreno, diferenciándolo de los colindantes (ICONTEC, 2007).

CAPITULO 3. METODOLOGIA

3.1. Diseño Metodológico

3.1.1. *Tipo de investigación*

El tipo de investigación viene a ser Aplicada, ya que tiene como objetivo resolver problemas prácticos. Se caracteriza por tener soluciones prácticas se investiga para transformar, cambiar o producir cambios en una realidad problemática (Blas & Blas, 2022).

3.1.2. *Nivel de investigación*

Sobre el nivel de investigación se trata de un nivel Explicativo, como lo menciona Arias & Cangalaya (2023), se encarga de identificar la causa o la influencia de una sobre la otra. Explica el comportamiento de una variable sobre la otra.

3.1.3. *Diseño de investigación*

Sobre el diseño de investigación se trabaja bajo el enfoque de un diseño No Experimental del tipo transversal, como lo define Blas & Blas (2022), un diseño no experimental se realiza sin la manipulación deliberada de los factores y el tipo transversal se da cuando la observación y recolección de datos se obtiene en un momento único del tiempo.

3.1.4. *Población y Muestra*

Población de estudio.

La población comprende conjunto de viviendas con características tradicionales de la selva peruana.

Unidad de muestreo.

La unidad de muestreo es por vivienda, según Arias & Cangalaya (2023) cuando las características de las unidades representan en proporción a la población.

Se va utilizar como unidad de muestreo el Banco de Proyectos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, con énfasis en prototipos de viviendas para la selva peruana.

Unidad de estudio.

La presente investigación emplea el muestreo no probabilístico del tipo intencional o por criterio. Como lo define Blas & Blas (2022) este tipo de selección del muestreo toma en cuenta el criterio del investigador en base a la experiencia o juicio sobre la población de estudio.

La unidad de estudio seleccionada es: Proyecto SE_010 del banco de proyectos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

3.1.5. Técnica de investigación.

Según Arias & Cangalaya (2023), la técnica es la habilidad operacional del investigador que hace que se pueda tener control, registro o manipulación de la información bajo la finalidad de utilizarlo como dato científico. Las técnicas utilizadas fueron:

Observación directa:

- (1) Realizada durante la visita a campo para identificar el bambú, elaboración de probetas y registro en laboratorio las resistencias obtenidas.

Análisis documental:

- (1) Revisión de planos Arquitectónicos de la obtención de un prototipo de vivienda adecuado a la zona, del banco de proyectos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Procesamiento de información mediante software:

- (1) Autodesk Revit 2024 (Elaboración de planos del diseño estructural)
- (2) Etabs v.21 (Análisis estructural)
- (3) Excel (Diseño estructural)

3.1.6. Instrumentos de investigación

Según Arias & Cangalaya (2023) los instrumentos sirven como auxiliares de las técnicas y constituye el medio o mecanismo que usa el investigador para recoger y medir la información. Los instrumentos para esta investigación son:

Guía de Observación: Esta guía es empleada para la toma de datos en laboratorio como son:

- (1) Contenido de Humedad
- (2) Densidad
- (3) Resistencia a la compresión paralela a las fibras.
- (4) Resistencia a la compresión perpendicular a la fibra.
- (5) Resistencia al corte.
- (6) Resistencia a la tracción paralela a la fibra.
- (7) Resistencia a la flexión

Software de Ingeniería:

Para este caso utilizaremos el Revit 2024, Etabs v.21 y Excel

3.2. Estudios preliminares.

3.2.1. Bosques de bambú en el distrito de Echarati

Los principales registros de bambú con un aproximado de 461 plantas por hectárea, en el distrito de Echarati son:

Tabla 5

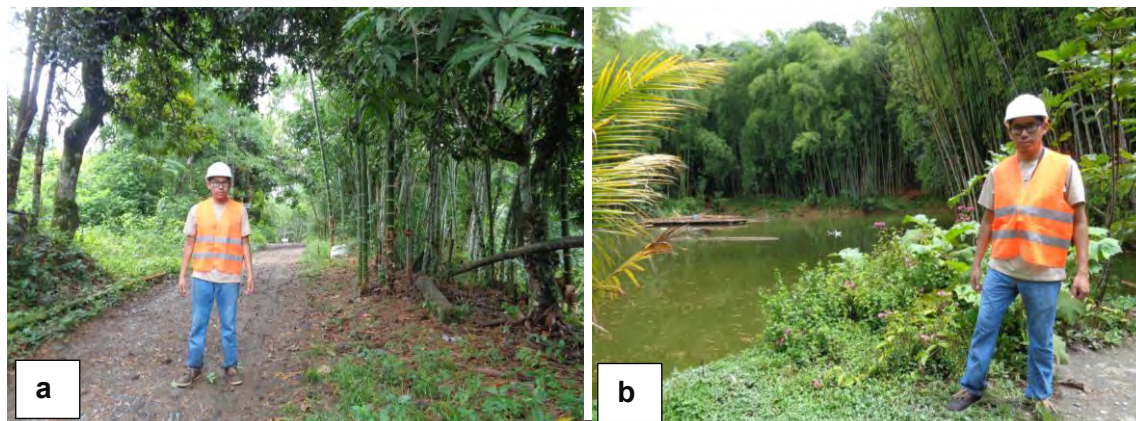
Principales bosques de bambú en el distrito de Echarati

Propietario	Ubicación	Área (ha)
Ebert Alagón	Echarati	0.266
Efraín Farfán	Kiteni	5.000
Municipalidad distrital Echarati	Ivohote y Pangoa	605.5
Total		610.766

Nota. Fuente: Municipalidad distrital de Echarati (2023) y Serfor (2025)

3.2.2. Lugar de recolección de culmos de *Guadua Takahashiae*

La selección de las muestras consta de la extracción de 15 culmos de bambú cortados a 5 metros por facilidad de transporte, los 15 culmos serán extraídos de la zona de Kiteni del fundo del Sr. Efraín Farfán que cuenta con 5 hectáreas en bosque de bambú.

Figura 15*Distrito de Echarati - Sector de Kiteni*

Nota: a) Ingreso a bosque de Guadua. b) Parte interior del bosque de guadua

3.2.3. Selección e identificación de muestras.

La previa a la selección de las muestras se realizará la toma medidas de los diámetros a la altura de pecho (DAP), de 4 rodales de bambú, estos culmos estarán en edad madura y se elegirán de forma aleatoria, con la intención de seleccionar culmos con diámetros similares al momento del corte. El reconocimiento de los culmos maduros será de un tallo de edad aproximada de 4 años, ello se puede distinguir por un color verde opaco y tallo parcialmente cubierto de líquenes blancos (Moran, 2015).

Figura 16*Medición de diámetro de culmo a la altura de pecho (DAP)*

Nota: a) Medición de diámetro en rodal A. b) Medición de diámetro de rodal B

Tabla 6*Diámetros obtenidos de la medición a la altura de pecho (DAP)*

Cantidad.	Rodal A	Rodal B	Rodal C	Rodal D
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	34	35	33	33
2	34	33	34	35
3	38	35	35	34
4	28	34	31	44
5	37	33	33	35
6	38	38	30	39
7	36	33	35	33
8	37	38	37	34
9	36	36	37	36.5
10	33	35	36	40
Promedio.	35.1	35.0	34.1	36.4

De los resultados se puede obtener longitud de diámetros promedio de 35.15 cm, con esta información se seleccionarán los culmos con una longitud de diámetro similar con diámetros desde 34 a 36 cm al momento de la selección.

3.2.4. Recomendaciones para el corte de bambú.

La técnica de corte es importante con la finalidad de garantizar su regeneración natural además que se continúe con el abastecimiento de calidad de los culmo (Moran, 2015). La secuencia recomendada es:

Hacer el bisel. Es la generación de un corte con dirección al lugar de la caída, y el corte debe hacerse justo por encima de un nudo.

Hacer el corte. Este es un segundo corte de forma opuesta al primero y ligeramente por encima del primer corte.

Halar y liberar el tallo. Se realiza este procediendo para evitar el enredo de las ramas a otros culmos, se libera jalándolo con dirección a la extracción.

Arreglar el tocón. Este procedimiento evita el empozamiento de agua dentro del culmo lo que provocaría que se pudra el rizoma, deteriorando los culmos que nacen del rizoma.

Desramar y tronza. Finalmente se cortan las ramas y espinas con un machete de forma lateral, además de hacer cortes de forma transversal con las medidas requeridas para su transporte.

Figura 17

Cosecha de bambú



Nota: De *Construir con bambú (Caña de Guayaquil) Manual de Construcción* (p. 15-16), por Jorge Moran Ubidia, 2015, Red Internacional del Bambú y Ratan (<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27883>).

La fecha de cosecha o corte de los culmos del sector de Kiteni, fue el jueves 30 de enero del 2025, realizando el transporte hasta la ciudad de Quillabamba para comenzar el periodo de secado y luego continuar con la fabricación de las probetas.

Figura 18

Corte de bambú seleccionado



Nota: Proceso de corte para las guaduas maduras y seleccionadas

3.2.5. Proceso de secado.

El proceso de secado se realizó al aire libre, con la intención de obtener niveles de humedad menores.

Sobre Caballete. La intención es apoyarlas de forma vertical, aislándola del piso, además que proceder con un giro parcial diario cada culmo con la intención de obtener un secado uniforme, esto durante los 15 primeros días, para luego continuar con un secado de 2 a 6 meses (Moran, 2015).

Para la investigación el tiempo de secado fue de 56 días, iniciando el 31 de enero y finalizando el 28 de marzo de 2025.

Figura 19*Secado al aire libre*

Secado y almacenamiento bajo techo. Este secado se realiza con la finalidad de proteger los culmos del contacto directo de la luz solar, para evitar torceduras y rajaduras, ello se debe realizar en un ambiente con bastante ventilación (Moran, 2015).

Tabla 7*Tiempo de secado total*

Descripción	Tiempo de secado
Secado en Quillabamba	56 días
En el transcurso de la elaboración de las probetas	03 días
Total	59 días

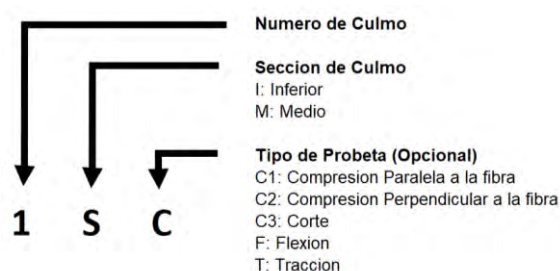
Nota: El tiempo de secado influirá en el contenido de humedad y la resistencia de las probetas

3.2.6. Rotulado de probetas.

Para el rotulado de las probetas se tendrá en cuenta un numero de culmo, sección del culmo y tipo de probeta.

Figura 20

Nomenclatura para identificar probetas



Nota: Numero de culmo será enumerado hasta 15, sección de culmo es la posición donde de donde se obtiene la probeta y el tipo de probeta se refiere al tipo de ensayo.

3.2.7. Elaboración de probetas

Numero de probetas para los ensayos. En el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 título G de estructuras de madera y estructuras de guadua, sugiere que se utilicen como mínimo 20 probetas para el cálculo del valor característico (MinVivienda, 2017)

Tabla 8

Tipos de probeta y cantidad por ensayo

Ensayo	Norma	Forma de la probeta	Dimensiones de la probeta (cm)	Cantidad Total
Contenido de Humedad	ICONTEC (2007)		2.5 x 2.5 x 1	30*
Densidad	ICONTEC (2007)		10 x 12 x 1	30
Resistencia a la compresión paralela a la fibra	ICONTEC (2007)		10 x 10 x 10	30

Ensayo	Norma	Forma de la probeta	Dimensiones de la probeta (cm)	Cantidad Total
Resistencia a la compresión perpendicular a la fibra	ICONTEC (2007)		17 x 10 x 1	30
Resistencia al corte	ICONTEC (2007)		10 x 10 x 1	30
Resistencia a la flexión	ICONTEC (2007)		300 x 10 x 1.5	30
Resistencia a la tracción	ICONTEC (2007)		2.5 x 1 x 30	30

Nota: *. Se el contenido de humedad para cada ensayo de características mecánicas

En la presente investigación se optó por trabajar con 30 probetas para poder tener un mayor número de resultados. El total de culmo extraídos son 15, y estos culmo fueron seccionados en dos partes a la que identificamos como parte inferior y parte intermedia, seccionadas a cinco metros de largo cada corte.

3.3. Identificación Taxonómica

Los bambúes por su gran tamaño son difíciles de fotografiar, para poder realizar un registro fotográfico con fines de identificación, se debe saber que estructuras anatómicas son las más significativas si es que se requiere hacer una identificación taxonómica (Londoño & Ruiz Sánchez, s. f.).

Por ello se optó la utilización de una guía que sirve como apoyo en la identificación taxonómica de bambúes y que la puedan evaluar especialistas en el reconocimiento de especies. En la guía se deben presentar fotografías de la localidad, país, provincia, sitio, con coordenadas geográficas y altitud, además de estructuras morfológicas como el culmo, densidad de los culmos, renuevos, región nodal, hoja caulinar, ramas, follaje, inflorescencia y rizoma. Culminado el proceso de la elaboración de la guía se realizó el envío por correo

electrónico al especialista que en este caso es la Ingeniera Ximena Londoño de reconocida trayectoria en identificación de especies en bambú.

En respuesta a lo solicitado se tiene lo siguiente:

“Estimado Apolinar,

*Muchas gracias por tomarse el trabajo de seguir la Guía y hacer las fotos exactas para la identificación. Ahora si puedo con certeza decirle que la Guadua que usted tiene es Guadua **Takahashiae** Londoño.”*

Sobre la elaboración de la guía y la respuesta completa de la ingeniera Ximena Londoño presenta en la parte de los anexos. En la Tabla 9 se identifica la especie con el nombre correcto.

Tabla 9

Identificación Taxonómica de la especie bambú del distrito de Echarati

Familia / Sub familia	Especie	Nombre Común
Poaceae / Bambusoideae	<i>Guadua Takahashiae</i>	“Guayaquil”

Figura 21

Hoja Caulinar principal elemento para la identificación taxonómica



Nota: Fotografía tomada y presentada en la guía de identificación taxonómica.

3.4. Ensayos de Laboratorio

Los ensayos de laboratorio bajo los protocolos los protocolos establecidos en la norma ICONTEC (2007) cuyo título de texto es “Métodos de ensayo para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la Guadua Angustifolia Kunth”

3.4.1. Contenido de humedad.

Es el método para determinar el contenido de humedad del bambú para ensayos físicos y mecánicos.

Equipo

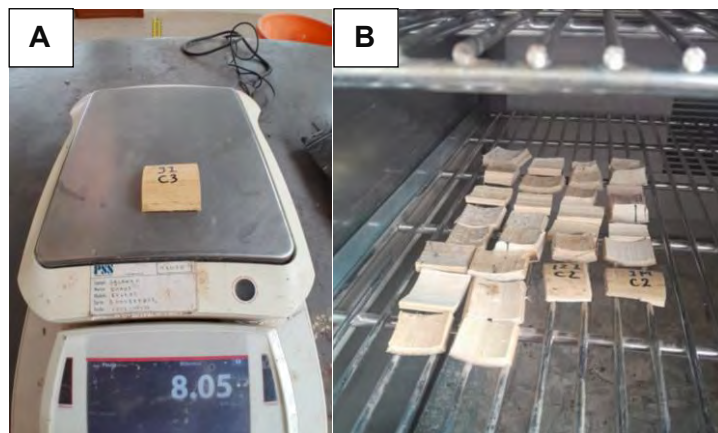
- (1) Balanza de capacidad de 0.01g de exactitud.
- (2) Horno Eléctrico.

Preparación de probetas.

Las probetas se suelen preparar después de cada ensayo mecánico, su forma de prismática con una medida aproximada de 25 mm x 25 mm, con el espesor igual al de la pared de culmo.

Procedimiento.

Culminado los ensayos mecánicos y físicos se obtendrá una pequeña muestra para su respectivo análisis del contenido de humedad, es decir se tendrá una pequeña muestra de cada probeta para su respectivo análisis. Empezamos con el pesaje inicial de la muestra para luego secar en un horno a temperatura aproximada de 100 C, después de 24 horas se debe registrar el nuevo peso.

Figura 22*Obtención del contenido de humedad*

Nota: A) Peso de la muestra en condición seca. B) Colocación en horno por 24 horas.

Resultados.

Los resultados se calcularán con la siguiente expresión.

$$CH = \frac{m_i - m_o}{m_o} \quad \dots \text{Ecuacion(28)}$$

Donde:

CH: Contenido de humedad, en %

m_i : Peso de la probeta antes del secado, en gr.

m_o : Peso de la probeta después del secado, en gr.

En la Tabla 10 se aprecia 30 probetas para todos los ensayos de caracterización mecánica.

Tabla 10*Resultados el ensayo de contenido de humedad*

Probeta	CH (Comp. Paralela) (%)	CH (Comp. Perpend.) (%)	CH (Corte) (%)	CH (Tracción) (%)	CH (Flexión) (%)
1I	32.2	12.1	16.1	9.0	11.1
1M	14.9	11.9	13.7	10.5	11.0
2I	12.4	10.8	15.7	11.6	10.2
2M	12.3	10.5	14.7	10.6	9.7
3I	12.9	12.1	14.4	13.4	10.8

Probeta	CH (Comp. Paralela) (%)	CH (Comp. Perpend.) (%)	CH (Corte) (%)	CH (Tracción) (%)	CH (Flexión) (%)
3M	11.8	11.2	14.2	10.4	11.7
4I	24.4	13.3	16.7	11.6	12.9
4M	12.3	11.1	14.1	11.3	10.9
5I	12.1	10.6	11.6	10.3	10.9
5M	11.3	10.8	11.1	11.0	10.2
6I	11.4	11.1	13.0	10.0	12.4
6M	11.1	11.4	11.9	10.4	11.2
7I	14.4	11.2	13.4	9.9	11.9
7M	13.0	10.3	12.6	11.2	10.3
8I	15.0	13.2	17.1	12.4	10.7
8M	10.8	11.0	13.8	11.4	11.3
9I	12.3	12.2	14.2	11.7	11.1
9M	11.5	12.7	15.8	12.8	11.5
10I	12.0	11.8	13.0	11.2	10.9
10M	11.7	11.7	13.9	10.6	9.8
11I	11.6	11.1	13.2	10.5	12.7
11M	11.5	11.6	13.8	9.0%	9.2
12I	11.9	11.0	12.0	11.0	11.4
12M	12.0	11.5	15.0	11.0	11.6
13I	12.8	11.1	18.5	10.1	11.9
13M	11.7	11.8	15.2	10.5	12.4
14I	13.0	12.2	13.1	11.2	25.9
14M	11.9	11.3	12.3	10.3	8.4
15I	22.7	12.5	24.2	9.3	10.8
15M	13.1	10.8	12.3	11.0	10.1

3.4.2. Densidad.

Para su representación se requiere el valor de la masa anhidra y el volumen húmedo, los cuales no cambian por las condiciones climáticas (ICONTEC, 2007).

Equipo.

- (1) Balanza de capacidad de 0.01g de exactitud
- (2) Horno eléctrico

- (3) Jarra de plástico (3 Lts)
- (4) Pipeta bombilla
- (5) Probeta graduada (1000 ml)

Preparación de probetas.

Las probetas se construirán a partir de una porción de la sección transversal del culmo elegido con una altura aproximada de 10 a 15 cm.

Procedimiento.

Determinaremos como primer paso el cálculo del volumen mediante el desplazamiento de agua, marcaremos una jarra de plástico un nivel de agua y cuando se sumerja el trozo de bambú saturado, este incrementará su nivel para ello se extraerá el agua excedente al nivel inicialmente marcado, el exceso será medido en la probeta graduada para luego calcular su volumen en cm^3 , consecuentemente se realizará la medición de la longitud del culmo, y para continuar con el pesaje de la masa en estado anhidro para ello la probeta tendrá que pasar por el horno eléctrico como mínimo 24 horas.

Figura 23

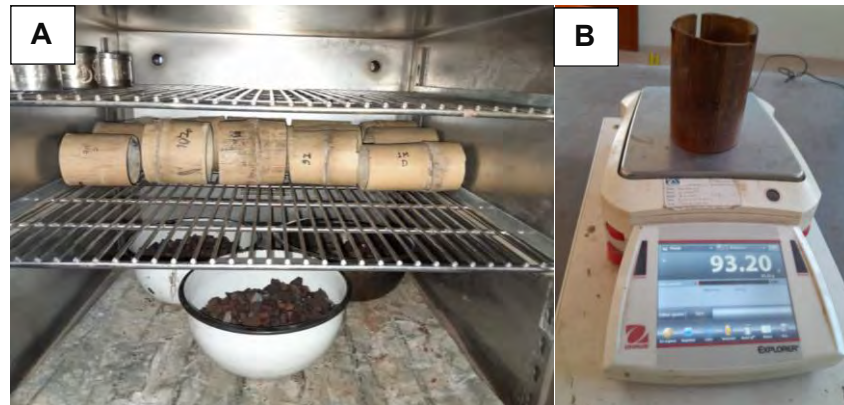
Probetas saturadas y determinación de su volumen



Nota: A) Peso de la muestra en condición humedad. B) Determinación del volumen.

Figura 24

Colocación de probetas en horno y cálculo de su peso



Nota: A) Colocación de la muestra en el horno por 24 horas. B) Peso de la muestra en condición seca

Resultados.

La densidad básica se considera la masa seca por unidad de volumen, y para determinar la densidad se tendrá en cuenta el peso de la masa en estado saturado con el volumen obtenido, y se calcula con la siguiente relación.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \dots \text{Ecuacion(29)}$$

Donde:

ρ : Densidad, en g/cm^3

m : Masa de la probeta seca en horno, en gr.

V : Es el volumen húmedo de la probeta, en cm^3

La masa por unidad de longitud esta expresión es necesaria para determinar el peso de los culmos por unidad de longitud, para calcular la carga muerta.

$$Q = \frac{m}{L} \quad \dots \text{Ecuacion(30)}$$

Donde:

Q : Es el peso del culmo por metro, en kg/m

L : Longitud de la probeta promedio, en m.

Tabla 11*Resultados del ensayo de densidad*

Probeta	Peso Húmedo (gr)	Peso Seco (gr)	Volumen (cm³)	Longitud (cm)	Densidad (kg/cm³)	Densidad Básica	Masa/Long (kg/m)
1ID	215.3	173.8	366	10.2	588.4	474.9	2.11
1MD	206.2	166.2	233	15.0	885.2	713.5	1.37
2ID	250.1	207.2	390	10.9	641.3	531.4	2.29
2MD	147.9	120.1	204	11.5	725.2	588.9	1.28
3ID	173.0	114.4	250	12.0	692.1	457.6	1.44
3MD	101.4	81.4	158	12.2	642.2	515.3	0.83
4ID	230.7	186.0	353	8.4	653.6	527.1	2.74
4MD	153.4	128.6	199	12.2	771.2	646.4	1.25
5ID	191.9	162.5	325	11.4	590.5	500.0	1.68
5MD	155.0	127.9	288	12.6	538.3	127.9	1.23
6ID	228.4	186.0	378	11.2	604.4	492.2	2.04
6MD	110.5	93.2	152	11.5	727.1	613.1	.0.96
7ID	237.8	204.8	402	10.5	591.6	509.5	2.26
7MD	157.3	131.5	255	12.3	617.1	516.0	1.28
8ID	139.5	114.2	191	12.0	730.3	598.1	1.16
8MD	92.4	77.1	121	10.8	763.7	637.3	0.85
9ID	163.6	133.4	220	11.0	743.7	606.4	1.48
9MD	95.5	78.4	149	9.9	641.4	526.5	0.96
10ID	201.0	163.5	335	9.4	600.0	488.0	2.13
10MD	145.4	121.0	199	12.2	730.8	608.3	1.19
11ID	164.5	130.8	230	11.7	715.5	568.9	1.40
11MD	134.5	111.3	219	12.5	614.5	508.3	1.07
12ID	100.4	80.1	178	11.0	564.1	450.3	0.91
12MD	115.3	95.7	221	9.0	522.0	433.0	1.28
13ID	191.6	141.9	288	11.5	665.3	492.7	1.66
13MD	93.6	78.7	115	10.3	814.1	684.3	0.90
14ID	319.0	246.6	535	11.7	596.4	461.1	2.72
14MD	150.4	125.4	251	11.8	599.4	499.6	1.27
15ID	173.5	147.5	240	12.2	722.9	614.8	1.42
15MD	130.8	109.6	205	13.0	638.2	535.0	1.00

3.4.3. Resistencia a la compresión paralela a las fibras.

El objetivo es determinar la resistencia ultima a compresión paralela a las fibras, es la carga máxima cuando falla la probeta por unidad de área de la sección trasversal (ICONTEC, 2007).

Equipo

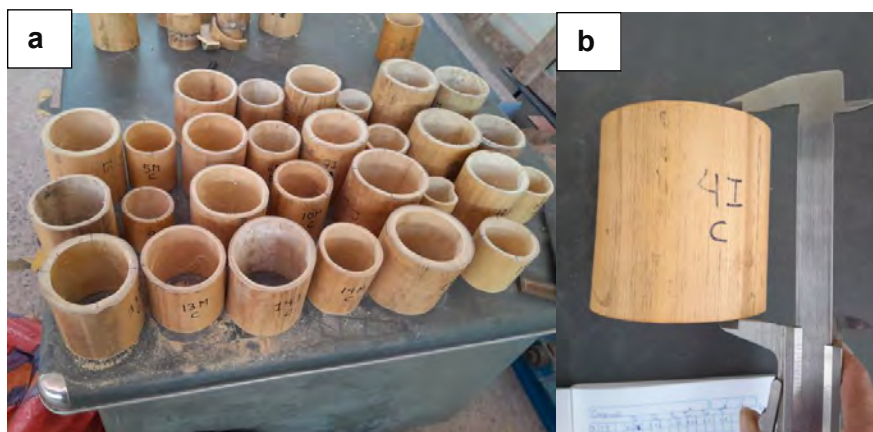
- (1) Maquina Universal
- (2) Platina de acero

Preparación de probetas.

Las probetas serán de dos ubicaciones únicas la parte Inferior y la parte Media, dentro del culmo, además que las probetas serán sin nudos, con la altura de igual dimensión que el diámetro exterior, las superficies de las caras de los extremos de la probeta deberán estar en ángulo perfectamente recto. Para culminar se toma las dimensiones de la probeta como longitud inicial, espesor, y diámetro exterior, para determinar área y módulo de elasticidad.

Figura 25

Rotulado de probetas y medición de dimensiones.



Nota: a) Muestras cortadas y rotuladas. b) Toma de dimensiones de la probeta.

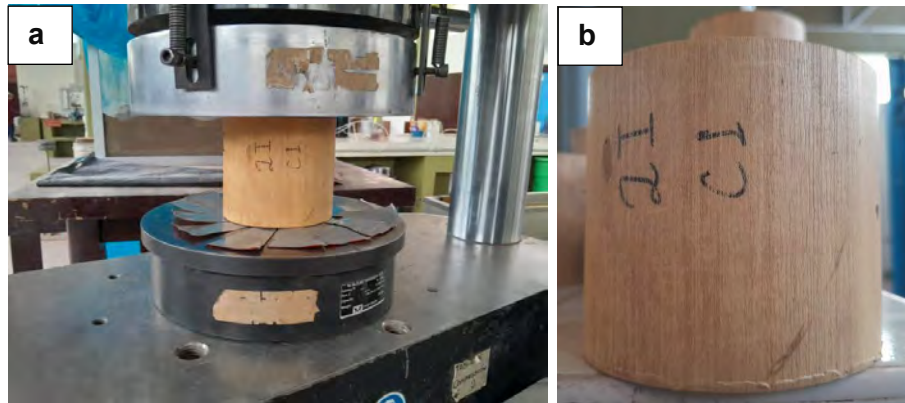
Procedimiento.

La probeta se colocará en la parte central del cabezal móvil, para luego colocar la platina de acero en la parte inferior de la probeta para evitar con una pre carga de mayor a

1KN, además la aplicación de la carga con una velocidad constante de 0.01 mm/s. El ensayo culmina cuando la probeta se quiebre y/o el equipo se detenga automáticamente.

Figura 26

Aplicación de carga en la maquina universal



Nota: a) Inicio del ensayo de compresión paralela a las fibras. b) Final del ensayo, se aprecia falla por aplastamiento probeta 2IC1

Resultados

En la Tabla 12, se aprecia las medidas geométricas y carga aplicada en el ensayo. El equipo utilizado muestra resultados de carga máxima y desplazamiento final. Para determinar el esfuerzo ultimo de compresión y el módulo de elasticidad, se utilizará la siguiente relación.

$$\sigma_{ult} = \frac{F_{ult}}{A} \quad \dots \text{Ecuacion(31)}$$

$$MOE = \frac{L_0}{A} \left(\frac{F_{60} - F_{20}}{\Delta_{60} - \Delta_{20}} \right) \quad \dots \text{Ecuacion(32)}$$

Donde:

σ_{ult} : Esfuerzo ultimo de compresión paralela a las fibras, en kgf/cm²

F_{ult} : Carga máxima, en kgf.

A : Área de la sección transversal de la probeta, en cm²

F_{60} : Carga máxima al 60%, en kgf

F_{20} : Carga máxima al 20%, en kgf

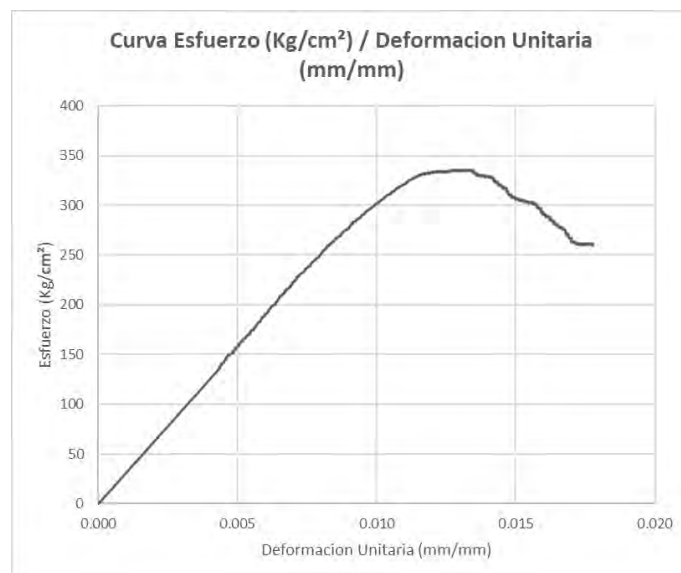
Δ_{60} : Desplazamiento máximo al 60%, en mm

Δ_{20} : Desplazamiento máximo al 20%, en mm

L_0 : Longitud inicial antes del ensayo, en cm

Figura 27

Curva Esfuerzo - Deformación (probeta 1MC)



Nota: La curva esfuerzo deformación mostrada es resultado de la homologación de curva.

Tabla 12

Resultados de la resistencia a compresión paralela a la fibra y MOE

Probeta	F_{ult} (kgf)	A (cm ²)	L_0 (cm)	$F_{60}-F_{20}$ (kgf)	$\Delta_{60}-\Delta_{20}$ (cm)	σ_{ult} (kgf/cm ²)	MOE (kgf/cm ²)
1IC	14229	37.08	10.2	4949.8	0.0345	383.7	39358.7
1MC	4397	13.09	8.1	1462.4	0.0292	335.7	31266.5
2IC	8678	18.67	8.6	3633.8	0.0304	464.7	54938.7
2MC	8132	12.70	7.9	4270.0	0.0246	640.2	83907.6
3IC	5927	14.96	9.9	2534.3	0.0266	396.1	62906.2
3MC	4076	8.82	6.1	2038.9	0.0246	461.9	57340.2
4IC	12353	32.64	10.3	6343.2	0.0406	378.4	49517.4
4MC	8546	19.64	9.5	3511.1	0.0284	435.0	60055.8
5IC*	5927	23.52	9.5	-	-	193.4	-
5MC	4802	10.66	7.9	1771.4	0.0279	450.1	47093.3
6IC	6773	18.01	9.6	1905.2	0.0208	375.9	48965.9
6MC	5184	12.75	8.3	1902.0	0.0220	406.5	56523.1
7IC	9304	30.11	9.1	4440.1	0.0551	308.9	24380.8

Probeta	F _{ult} (kgf)	A (cm ²)	L _o (cm)	F ₆₀ -F ₂₀ (kgf)	Δ ₆₀ -Δ ₂₀ (cm)	σ _{ult} (kgf/cm ²)	MOE (kgf/cm ²)
7MC	7530	12.86	6.8	2907.4	0.0215	250.0	30741.6
8IC	9911	24.90	9.1	3357.1	0.0292	397.9	42275.2
8MC	6839	14.89	7.7	3029.6	0.0187	459.1	84182.6
9IC	6233	14.21	9.5	2535.4	0.0251	438.4	67901.8
9MC	5148	9.39	6.4	1981.0	0.0236	547.8	57955.1
10IC	10690	20.94	8.9	4362.1	0.0317	510.4	58577.9
10MC	9028	15.64	8.0	3879.1	0.0304	577.0	65764.8
11IC	8742	19.77	8.6	2822.1	0.0228	442.1	53878.9
11MC*	4076	7.82	6.2	-	-	13.9	-
12IC	6697	16.61	9.5	3005.6	0.0284	403.0	60877.0
12MC	2507	9.00	6.3	1342.6	0.0106	278.4	89037.1
13IC	12027	29.82	10.0	5886.7	0.0246	403.2	80544.4
13MC	8859	17.07	9.0	3504.3	0.0220	518.9	83698.6
14IC	10748	21.84	9.8	4711.3	0.0241	492.1	88143.4
14MC	6497	13.53	9.0	2363.7	0.0177	480.0	89072.6
15IC	13897	37.82	9.5	6968.4	0.0386	367.4	45546.9
15MC	7636	14.32	7.2	1992.9	0.0342	533.0	29572.4

*. Eliminación de probeta por deficiencia de probeta

3.4.4. Resistencia a la compresión perpendicular a las fibras.

Este ensayo se realiza en probetas cilíndricas para determinar la carga máxima que soporta un segmento de bambú, cuando se aplica la carga en forma perpendicular al sentido de las fibras del bambú.

Equipo.

- (1) Maquina Universal.
- (2) Vernier.
- (3) Cinta métrica.

Preparación de probetas.

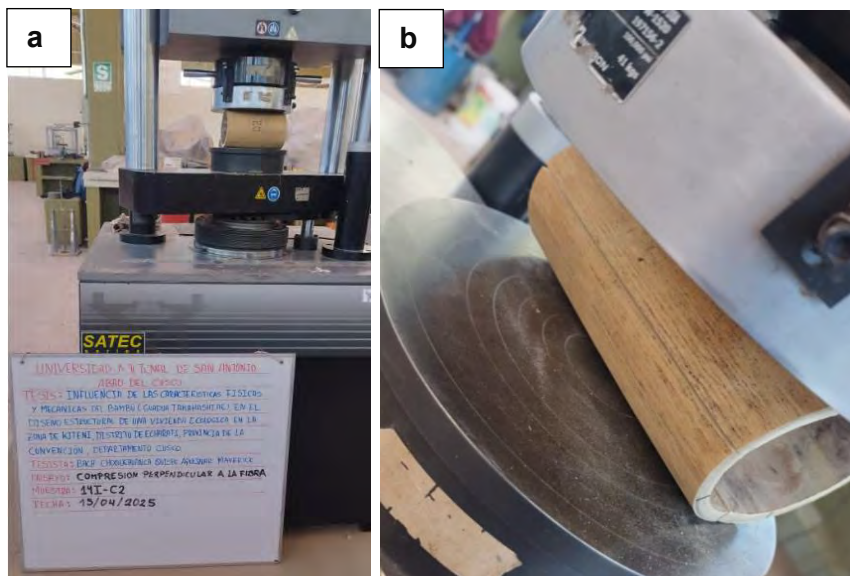
La preparación de las probetas será extraída de la sección inferior y media del culmo, con su respectivo rotulo, para este ensayo se va requerir una longitud promedio de 17 cm, además de medir la geometría de las probetas como longitud, diámetro exterior y espesor.

Procedimiento.

El ensayo de compresión perpendicular busca determinar el último esfuerzo a compresión que ofrece la probeta, la probeta se apoya sobre el plato presor, y el equipo tendrá una velocidad de 0.01 mm/s.

Figura 28

Aplicación de carga en la maquina universal



Nota: a) Inicio del ensayo de compresión perpendicular a las fibras. b) Final del ensayo, se aprecia falla por aplastamiento probeta 14IC2.

Resultados.

En la Tabla 13, se aprecia para cada probeta sus medidas geométricas y la carga máxima aplicada. Los resultados están representados por la siguiente expresión:

$$\sigma_{ult} = \frac{3D_e F}{2Lt^2} \quad \dots \text{Ecuacion(33)}$$

Donde:

D_e : Diámetro Exterior, en cm.

F: Carga máxima aplicada, en kg.

L: Longitud de probeta, en cm.

t: Espesor de probeta, en cm.

σ_{ult} : Resistencia a compresión perpendicular, en kgf/cm²

Tabla 13

Resultados de la resistencia a compresión perpendicular a la fibra

Probeta	D_e (cm)	L (cm)	t (cm)	F (kgf)	σ_{ult} (kgf/cm²)
1IC2	10.3	17.3	1.15	84.3	56.8
1MC2	7.5	16.7	0.61	79.3	147.7
2IC2	10.3	16.7	1.21	89.3	57.4
2MC2	7.5	16.2	0.64	53.5	92.0
3IC2	9.1	16.4	0.61	36.2	80.3
3MC2	6.5	16.6	0.48	51.7	130.8
4IC2	10.1	16.8	1.15	67.1	45.6
4MC2	9.6	16.3	0.64	57.1	124.1
5IC2	10.0	16.4	0.90	58.9	67.4
5MC2	7.0	16.3	0.52	64.4	153.0
6IC2	9.6	17.1	1.21	196.8	113.2
6MC2	6.7	16.3	0.58	47.6	88.2
7IC2	9.8	17.0	0.69	44.9	82.6
7MC2	7.2	16.6	0.62	93.8	161.5
8IC2	9.9	16.9	1.86	64.8	16.6
8MC2	7.0	17.2	0.61	87.9	143.9
9IC2*	9.3	16.3	0.65	3.62	7.45
9MC2	6.4	16.6	0.50	57.6	133.3
10IC2	10.1	17.1	0.81	53.0	71.7
10MC2	8.3	16.2	0.60	96.6	210.2
11IC2	10.2	16.8	0.74	96.3	161.5
11MC2	5.9	16.3	0.50	119.5	259.9
12IC2	8.7	16.3	0.62	82.7	173.9
12MC2	6.7	16.3	0.51	68.6	162.6
13IC2	10.0	18.2	1.42	274.5	112.2
13MC2	9.4	16.9	0.72	95.4	153.6
14IC2	10.1	16.9	0.71	60.4	107.4
14MC2	7.3	16.7	0.63	92.2	154.1
15IC2	10.5	17.1	0.72	172.2	54.1
15MC2	7.8	16.6	0.62	114.0	209.5

*. Eliminación de probeta por deficiencia en probeta

3.4.5. Resistencia al Corte.

El objetivo es determinar la resistencia última a bambú ante solicitaciones de corte paralelo a la fibra, las probetas se extraen de la parte inferior y media del culmo (ICONTEC, 2007).

Equipo.

- (1) Prensa de compresión
- (2) Dispositivo de corte
- (3) Vernier
- (4) Cinta métrica

Preparación de probetas.

Las probetas son cilíndricas y extraídas de los culmos debidamente rotuladas, cada probeta proviene de la parte inferior y media del culmo, su longitud paralela a las fibras se obtiene de la longitud del diámetro exterior, las medidas geométricas a considerar son longitud, diámetro exterior y diámetro interior, el área obtenida debe ser similar al plano de falla por donde se genere el corte, además que se trabajara con 50% de probetas con nudo y 50% de probetas sin nudo.

Figura 29

Rotulado de probetas con nudo y sin nudo



Procedimiento.

Se coloca la probeta en el centro del cabezal móvil alineado con los accesorios de corte de manera que se pueda visualizar los planos de falla entre los accesorios de corte y la probeta como se muestra en la Figura 30, para luego aplicar carga con una velocidad de 0.01mm/s, por último, se registra la carga máxima a la cual la probeta falla.

Figura 30

Colocación del dispositivo de corte y la probeta



Figura 31

Aplicación de carga a la probeta



Nota: a) Probeta con nudo antes del ensayo a resistencia a corte. b) Probeta 9IC3 después del ensayo, con falla a corte.

Resultados.

La resistencia ultima de corte se debe calcular con la carga máxima y área del plano de corte que es representado por la diferencia de diámetro exterior e interior por la altura de probeta, como se muestra en la siguiente expresión. La Tabla 14 muestra los resultados obtenidos de resistencia a corte.

$$\tau_{ult} = \frac{F_{ult}}{(D_1 - D_2)H_1 + (D_3 - D_4)H_2} \quad \dots \text{Ecuacion(34)}$$

Donde:

τ_{ult} : Resistencia al corte, en kgf/cm²

F_{ult} : Carga máxima de corte, en kgf

D_1 : Diámetro Exterior eje 1, en cm

D_2 : Diámetro Interior eje 1, en cm

D_3 : Diámetro Exterior eje 2, en cm

D_4 : Diámetro Interior eje 2, en cm

H_1 : Largo de probeta, en cm

H_2 : Largo de probeta, en cm

Tabla 14

Resultados de la resistencia al corte

Probeta	D ₁ (cm)	D ₂ (cm)	D ₃ (cm)	D ₄ (cm)	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	Área (cm ²)	F _{ult} (kgf)	T _{ult} (kgf/cm ²)
1IC3	10.42	7.46	9.47	6.55	9.42	9.4.4	55.5	2740	49.35
1MC3	7.85	6.69	7.64	6.46	7.96	7.9.7	18.6	1760	94.43
2IC3	10.25	8.24	10.46	8.58	9.34	9.5.1	36.6	3000	81.85
2MC3	7.79	6.53	7.46	6.25	7.88	7.9.3	19.5	1520	77.85
3IC3	9.10	7.75	9.11	7.71	9.39	9.3.5	25.7	1430	55.50
3MC3	6.30	5.41	6.13	5.19	6.12	6.0.8	11.1	1610	144.24
4IC3	10.27	8.07	10.27	8.12	10.09	10.1.1	43.9	3060	69.65
4MC3	9.70	8.44	9.34	8.06	8.95	8.9.1	22.6	1770	78.04
5IC3	10.06	8.11	10.21	8.30	9.47	9.4.6	36.5	2100	57.48

Probeta	D ₁ (cm)	D ₂ (cm)	D ₃ (cm)	D ₄ (cm)	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	Área (cm ²)	F _{ult} (kgf)	T _{ult} (kgf/cm ²)
5MC3	7.14	6.06	7.28	6.17	7.17	7.1.4	15.6	850	54.25
6IC3	9.95	7.59	9.27	7.05	9.94	9.7.7	45.1	2830	62.68
6MC3	8.07	6.91	7.80	6.64	8.31	8.28	19.2	1350	70.15
7IC3	10.16	7.56	9.27	6.72	9.79	9.82	50.5	3140	62.18
7MC3	7.28	6.05	7.39	6.22	7.08	7.03	16.9	1650	97.44
8IC3	10.29	8.10	9.69	7.56	9.92	10.02	43.0	1980	45.97
8MC3	8.71	7.53	8.85	7.63	7.96	7.94	19.0	1410	73.90
9IC3	8.14	6.88	8.64	7.53	10.29	10.26	24.3	1110	45.58
9MC3	6.35	5.15	6.28	5.18	9.57	9.46	21.9	1230	56.11
10IC3	10.30	8.76	10.23	8.67	9.92	9.95	30.8	1330	43.18
10MC3	7.87	6.65	7.80	6.47	8.83	8.80	22.4	2160	96.10
11IC3	10.03	8.62	10.12	8.66	9.40	9.40	26.9	2180	80.81
11MC3	9.76	8.36	10.23	8.78	9.07	9.06	25.8	1650	63.87
12IC3	8.94	7.70	8.72	7.48	9.38	9.35	23.2	1590	68.46
12MC3	6.64	5.64	6.62	5.56	7.10	6.91	14.4	1230	85.27
13IC3	9.87	7.38	9.44	7.07	10.54	10.61	51.3	2430	47.29
13MC3	9.85	7.90	9.87	7.95	10.16	10.05	39.1	1790	45.77
14IC3	10.06	8.59	10.58	9.16	10.03	10.02	28.9	1470	50.74
14MC3	7.20	6.00	7.34	6.10	9.48	9.44	23.0	2040	88.38
15IC3	10.05	7.42	10.45	7.75	9.98	10.06	53.4	2620	49.06
15MC3	7.60	6.34	7.61	6.25	9.46	9.51	24.8	1910	76.85

3.4.6. Resistencia a la Flexión.

Es la capacidad que resiste a efecto de flexión de los culmos, para ello se realizara el ensayo a flexión de cuatro puntos, y calcular la resistencia a flexión, además de calcular el módulo de elasticidad (ICONTEC, 2007).

La Figura 32 muestra el esquema en general del ensayo a flexión, donde requiere que los apoyos eviten el desplazamiento lateral de la probeta al momento del ensayo.

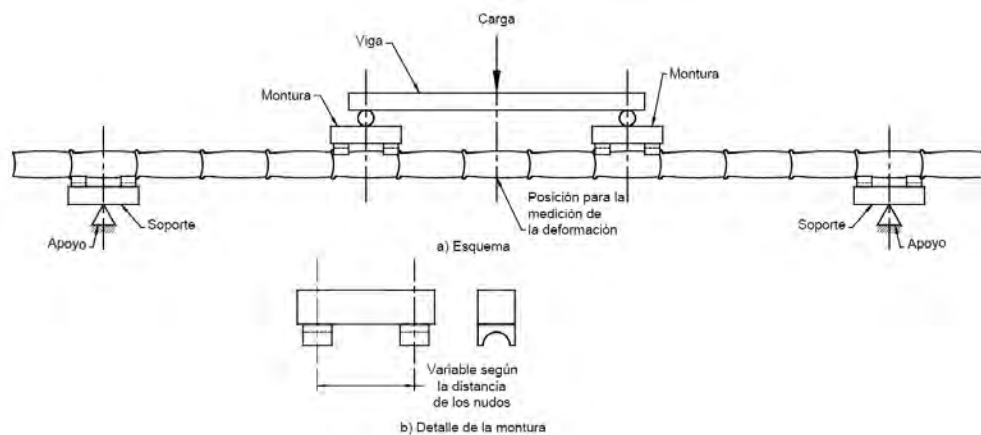
Equipo.

- (1) Marco de Carga.
- (2) Celda de Carga.
- (3) Deformímetro.

- (4) Regla metálica.
- (5) Dispositivos de montaje para cuatro puntos.
- (6) Vernier.

Figura 32

Esquema de ensayo a Flexión

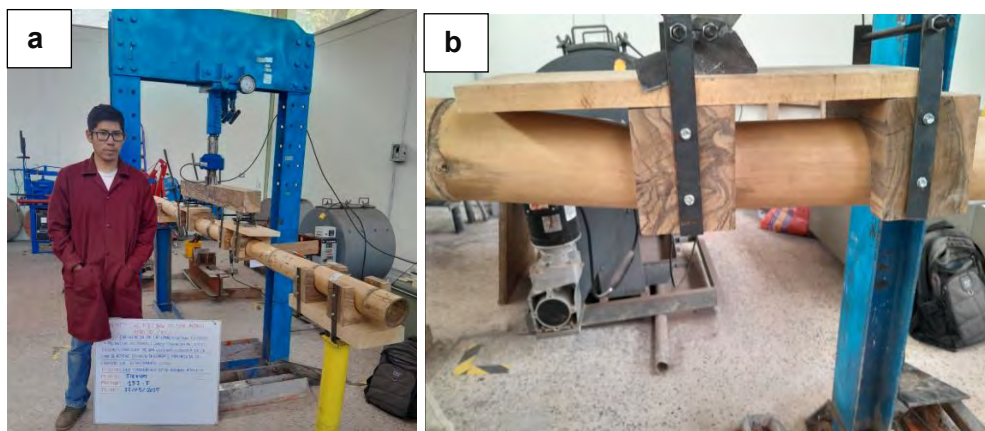


Nota: Métodos de ensayo para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la Guadua Angustifolia Kunth (p. 14), por Norma Técnica Colombiana NTC-5525, 2007, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificadas

(<https://construccionesuce.wordpress.com/2018/06/13/propiedades-fisico-mecanicas-bambu-ntc-5525/>).

Figura 33

Ensayo de Resistencia a Flexión en el marco de carga



Nota: a) En la imagen se puede apreciar el ensayo a flexión, donde los puntos de acción de carga evitan el desplazamiento lateral. b) El tipo de falla es por aplastamiento de la probeta

15IF

Preparación de probetas.

Las probetas no deben tener defectos visibles, su largo será 30 veces el diámetro exterior del culmo, se tomarán las medidas del diámetro exterior, espesor, longitud entre apoyos y longitud de brazo palanca.

Procedimiento.

Se coloca la probeta para la aplicación de carga sobre los dos apoyos principales distanciados a una luz de 30 veces el diámetro exterior del culmo, consecuentemente se coloca el dispositivo de montaje encima de la viga alineando con la celda de carga para continuar con la colocación de los deformímetros en la parte central que medirá de forma digital pasado los primeros 50 mm, se aplicará una medición visual de la deflexión obtenida en una regla metálica colocada de forma vertical hasta que se produzca la falla. El mecanismo de aplicación de carga es mediante un gato hidráulico y la velocidad de aplicación de carga es aproximadamente de 0.55 mm/s.

Resultados.

Los resultados obtenidos son la resistencia última a flexión estática y el módulo de elasticidad (MOE). La Tabla 15 muestra los resultados obtenidos para la resistencia a flexión y el módulo de elasticidad. Las siguientes relaciones son para su cálculo.

$$M_{ult} = \frac{F_{ult} \cdot a}{2} \quad \dots \text{Ecuacion(35)}$$

$$I_B = \pi \frac{[D_e^4 - (D_e - 2t)^4]}{64} \quad \dots \text{Ecuacion(36)}$$

$$F = \frac{M_{ult} \cdot D_e}{2 \cdot I_B} \quad \dots \text{Ecuacion(37)}$$

$$MOE = \frac{23 \cdot F \cdot L^3}{1296 \cdot \delta \cdot I_B} \quad \dots \text{Ecuacion(38)}$$

Donde:

F_{ult} : Carga máxima, en kgf

a : Brazo de palanca del dispositivo de montaje, en cm

I_B : Inercia de la sección de culmo, en cm^4

t : Espesor de probeta de ensayo, en cm

D_e : Diámetro exterior de culmo, en cm

M_{ult} : Momento máximo, en kgf.m

L : Longitud entre los apoyos extremos, en m

δ : Deflexión en la parte central, en m

F : Resistencia a la flexión, en kg/cm^2

MOE: Modulo de elasticidad, en kg/cm^2

Tabla 15

Resultados de la resistencia a la flexión

Probet a	D_e (cm)	t (cm)	δ (cm)	a (cm)	I_B (cm^4)	F_{ult} (kgf)	F (kgf/ cm^2)	MOE (kgf/ cm^2)
1IF	10.14	2.20	6.6	99	466.07	766.3	409.7	102672
1MF	10.11	1.36	5.4	84	370.46	609.6	522.0	91955
2IF**	8.74	1.71	4.7	91	247.25	733.4	404.5	250873
2MF	8.26	1.49	4.9	73	190.96	658.2	509.6	179911
3IF	9.14	2.15	6.0	90	316.60	642.9	409.4	129296
3MF	7.16	1.17	4.5	55	102.85	465.1	436.4	184033
4IF	9.88	1.71	6.5	95	382.92	847.3	509.0	142249
4MF	8.69	1.27	5.1	82	210.88	557.0	461.4	165994
5IF**	9.30	1.28	4.9	72	26689	704.5	432.9	174346
5MF**	8.15	1.27	4.9	71	168.30	552.8	465.7	167280
6IF	9.41	2.19	5.6	87	354.68	657.0	371.8	124718
6MF**	9.05	1.35	4.2	67	250.21	499.7	297.1	159174
7IF	9.72	2.26	4.6	94	403.17	636.4	353.5	134673
7MF**	8.74	1.86	7.8	79	256.15	686.1	453.3	101914
8IF**	9.27	1.72	5.3	89	306.85	507.6	334.6	119172
8MF**	7.88	1.18	5.8	73	144.17	471.1	460.6	135445
9IF**	8.98	1.88	5.8	86	282.76	565.9	378.6	124378
9MF**	7.50	1.09	4.2	56	116.40	499.3	441.6	186882
10IF	9.85	2.78	6.2	91	445.68	880.5	433.8	123886

Probet a	D _e (cm)	t (cm)	δ (cm)	a (cm)	I _B (cm ⁴)	F _{ult} (kgf)	F (kgf/cm ²)	MOE (kgf/cm ²)
10MF	9.05	1.34	6.5	94	249.42	670.4	560.7	156678
11IF	10.20	2.57	5.3	92	500.53	813.6	373.9	122785
11MF	7.97	1.28	5.3	72	156.82	762.3	683.7	220094
12IF**	9.03	2.14	6.2	90	302.63	516.1	339.8	104177
12MF**	7.67	1.23	5.0	71	134.31	333.1	331.1	110614
13IF	9.48	1.68	5.3	91	328.21	740.5	477.1	162137
13MF	9.15	1.43	5.3	68	267.26	556.4	317.6	94441
14IF	9.74	1.26	6.7	91	309.19	813.8	571.9	152075
14MF	8.26	1.14	6.9	80	166.22	648.2	631.8	152464
15IF**	9.97	1.86	5.5	92	412.02	911.0	497.2	153463
15MF	8.68	1.35	7.4	76	21.49	729.8	544.8	138312

** . Eliminación de probeta por falla de aplastamiento durante el ensayo

3.4.7. Resistencia a la Tracción.

El ensayo de tracción paralela a las fibras, determinará la resistencia ultima a la tracción, él se obtendrá mediante aplicación de carga gradual, además de determinar el módulo de elasticidad (MOE).

Equipo.

- (1) Maquina Universal.
- (2) Accesorio de mordaza.

Preparación de probetas.

Las probetas serán extraídas de distintos culmos de la parte inferior y la parte media, además que cada probeta deberá tener en la parte media al nudo, la dirección de las fibras debe ser paralela al eje longitudinal de la probeta y estas deben tener nudo en la parte central. La porción de ensayo debe tener una sección rectangular cuyas dimensiones son una igual al espesor de culmo y la otra entre 10 mm a 20 mm en dirección tangencial, la longitud de porción de ensayo debe ser de 50 mm a 100 mm, además que los extremos tienen que garantizar que la falla se lleve a cabo dentro de la porción de ensayo.

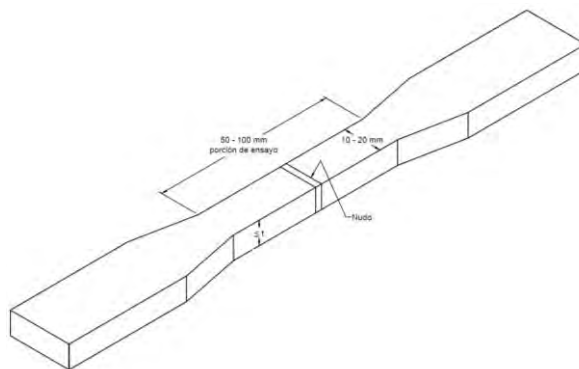
Consecuentemente para determinar el módulo de elasticidad se tomará las medidas de la

porción de ensayo y la deformación será obtenida de los resultados de la maquina universal (ICONTEC, 2007).

Ahora las probetas tendrán que ser sujetas por accesorios metálicos con un puente de adherencia denominado Sikadur 32 multiusos como se muestra en la Figura 35, puesto que directamente las mordazas de la maquina universal no garantizaba el ajuste en los extremos. En la Figura 36 se visualiza las probetas preparadas y rotuladas.

Figura 34

Probeta para ensayo de Resistencia a la Tracción



Nota: Métodos de ensayo para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la Guadua Angustifolia Kunth (p. 19), por Norma Técnica Colombiana NTC-5525, 2007, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificadas

Figura 35

Colocación de Sikadur 32 en el accesorio metálico y la probeta



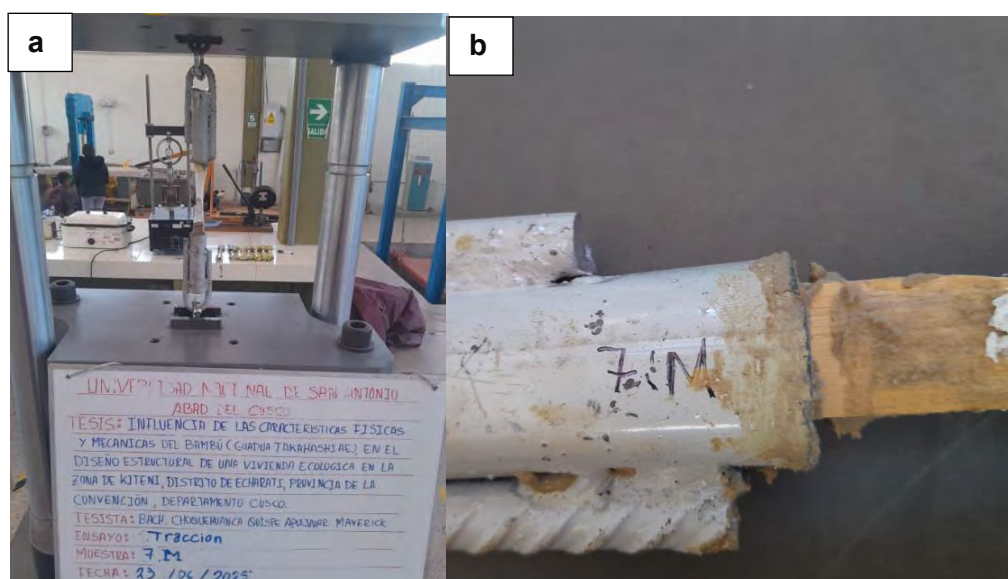
Nota: a) Perforación de probetas y colocación de clavos para simular chavetas y mejorar la adherencia. b) Colocación del sikadur 32 y probeta dentro del accesorio de sujeción.

Figura 36*Probetas terminadas, rotuladas y pintadas*

Nota: Las probetas son pintadas para poder visualizar el tipo y modo de falla en la zona de falla.

Procedimiento.

Las probetas listas se colocan alineadas a las mordazas, las cuales se sujetan con grilletes a pines de acero de 5/8" de pulgada que mordeará la prensa, estas quedaran fijas para continuar con el ensayo.

Figura 37*Aplicación de carga, ensayo de tracción*

Nota: a) Inicio del ensayo a tracción. b) La imagen muestra una falla incompleta, deslizamiento del pegamento.

Resultados.

La resistencia máxima a tensión está determinada por la siguiente expresión, consecuentemente el módulo de elasticidad se obtendrá de la pendiente en la zona elástica de la curva esfuerzo deformación. La Tabla 16 muestra las medidas geométricas, y carga aplicada a la probeta.

$$\sigma_{ult} = \frac{F_{ult}}{A} \quad \dots \text{Ecuacion(39)}$$

$$MOE = \frac{L_0}{A} \left(\frac{F_{60} - F_{20}}{\Delta_{60} - \Delta_{20}} \right) \quad \dots \text{Ecuacion(40)}$$

Donde:

F_{ult} : Carga máxima cuando falla la probeta, en kgf

σ_{ult} : Es la resistencia ultima en tensión, en kg/cm²

A: Área de la sección transversal de la probeta donde falla, en mm²

a: Espesor, en cm

b: Ancho, en cm

L: Largo de cuello, en cm

Tabla 16

Resultados de la resistencia a tracción.

Probeta	a (cm)	b (cm)	L (cm)	A (aXb) (cm ²)	F _{ult} (kgf)	σ _{ult} (kgf/cm ²)	MOE (kgf/cm ²)
1IT	0.96	0.65	6.87	0.629	760	1208.5	25700
1MT	0.80	0.82	5.86	0.658	1026	1558.2	20175
2IT*	0.81	0.82	4.14	0.664	60	90.3	-
2MT	0.82	0.66	4.80	0.548	563	1027.4	14901
3IT	0.65	0.71	5.01	0.472	405	857.3	8795
3MT*	1.15	0.64	5.53	0.736	13	17.91	-
4IT	0.84	0.68	4.59	0.576	497	862.6	11390
4MT	1.25	0.74	6.14	0.933	790	847.1	14168
5IT	0.76	0.97	5.01	0.740	579	782.3	13765

Probeta	a (cm)	b (cm)	L (cm)	A (aXb) (cm ²)	F _{ult} (kgf)	σ_{ult} (kgf/cm ²)	MOE (kgf/cm ²)
5MT**	0.89	0.64	4.23	0.572	312	545.2	8010
6IT**	9.10	9.90	47.4	90.1	559	620.4	9077
6MT**	8.90	7.20	55.8	64.1	401	625.7	11717
7IT	8.12	8.40	53.2	68.2	567	831.2	11601
7MT	12.8	8.37	90.8	107.9	947	877.7	14808
8IT**	8.03	12.9	43.3	103.8	129	124.2	-
8MT	9.82	7.27	64.9	71.4	606	848.8	16402
9IT**	8.6	5.88	79.9	50.6	311	615.0	23499
9MT**	9.94	6.54	63.4	65.0	170	261.5	11010
10IT**	10.3	8.80	71.9	90.6	97	107.0	12225
10MT	9.6	10.0	59.0	96.0	922	960.4	16397
11IT	8.19	9.78	51.2	80.1	573	715.3	11548
11MT	8.85	5.06	67.4	44.8	795	1775.3	31628
12IT**	7.88	7.80	62.7	61.5	416	676.8	12445
12MT**	9.53	5.14	56.5	49.0	282	575.7	12627
13IT**	9.06	7.05	42.4	63.9	179	280.2	9128
13MT	9.81	7.80	53.7	76.5	706	922.6	13131
14IT	8.52	6.50	50.0	55.4	358	646.4	16816
14MT**	7.85	7.92	45.9	62.2	149	239.6	-
15IT	10.7	9.53	44.3	102.3	1146	1120.7	8600
15MT**	9.28	8.53	50.5	79.2	494	624.0	12132

*. Eliminación de probeta por deficiencia en probeta

**.

3.5. Tratamiento estadístico de los resultados

3.5.1. Criterio de eliminación de datos atípicos.

Dentro de los criterios para tomar en cuenta se trabajará:

Primer criterio, que será la eliminación de datos por fallas de manipulación de equipo o defectos ajenos a las pruebas de resistencia.

Segundo criterio, este criterio va a excluir a mediciones de probetas donde no se cumplan los siguientes criterios, para los ensayos de compresión paralela a la fibra (falla por aplastamiento, desprendimiento de fibras), para ensayo de compresión perpendicular a la fibra (fractura), para ensayos de corte (falla cizalla), para ensayos de flexión (falla por

compresión de las fibras superiores dentro de la zona de momento máximo) y para ensayos a tracción (falla de desgarre, fractura)

Tercer criterio, y para culminar se aplicará el criterio de Chauvenet sobre los datos filtrados.

Criterio de Chauvenet de la resistencia a compresión paralela a la fibra.

Dentro de los 30 resultados de las probetas se eliminarán las probetas 5IC y 11MC, por tener deficiencia al momento de la aplicación de carga, ahora culminaremos con el criterio de Chauvenet. Consecuentemente calcularemos datos adiciones de como promedio, desviación estándar, numero de datos y coeficiente de Chauvenet para una primera iteración.

Primera Iteración:

- (1) Promedio: 433.45 kgf/cm²
- (2) Desviación estándar: 88.01 kgf/cm²
- (3) Numero de datos: 28
- (4) Coeficiente de Chauvenet: 2.369

Tabla 17

Criterio Chauvenet resistencia a compresión paralela y su MOE

Probeta	Resistencia compresión Paralela	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$	MOE	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$
1IC	383.73	49.73	0.565	Normal	36471	15524	0.821	Normal
1MC	335.73	97.73	1.110	Normal	8938	43057	2.278	Normal
2IC	464.76	31.30	0.356	Normal	55692	3697	0.196	Normal
2MC	640.22	206.76	2.349	Normal	82672	30678	1.623	Normal
3IC	396.16	37.30	0.424	Normal	57539	5545	0.293	Normal
3MC	461.94	28.48	0.324	Normal	54124	2130	0.113	Normal
4IC	378.48	54.98	0.625	Normal	48319	3675	0.194	Normal
4MC	435.00	1.54	0.018	Normal	51306	688	0.036	Normal
5MC	450.16	16.70	0.190	Normal	40611	11384	0.602	Normal
6IC	375.91	57.55	0.654	Normal	47437	4557	0.241	Normal
6MC	406.53	26.93	0.306	Normal	48694	3300	0.175	Normal

Probeta	Resistencia compresión Paralela	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$	MOE	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$
7IC	308.96	124.50	1.415	Normal	24363	27631	1.462	Normal
7MC	250.05	183.41	2.084	Normal	22874	29120	1.541	Normal
8IC	397.99	35.47	0.403	Normal	39004	12990	0.687	Normal
8MC	459.13	25.68	0.292	Normal	65620	13626	0.721	Normal
9IC	438.47	5.01	0.057	Normal	67784	15790	0.835	Normal
9MC	547.82	114.36	1.299	Normal	52325	330	0.017	Normal
10IC	510.40	76.94	0.874	Normal	56293	4299	0.227	Normal
10MC	577.05	143.59	1.632	Normal	58912	6918	0.366	Normal
11IC	442.12	8.66	0.098	Normal	43082	8913	0.472	Normal
12IC	403.05	30.41	0.345	Normal	56329	4335	0.229	Normal
12MC	278.40	155.06	1.762	Normal	92807	40813	2.159	Normal
13IC	403.24	30.22	0.343	Normal	59421	7426	0.393	Normal
13MC	518.98	85.52	0.972	Normal	68707	16713	0.884	Normal
14IC	492.11	58.65	0.666	Normal	84828	32834	1.737	Normal
14MC	480.00	46.54	0.529	Normal	64993	12999	0.688	Normal
15IC	367.43	66.03	0.750	Normal	38947	13047	0.690	Normal
15MC	533.02	99.56	1.131	Normal	27748	24246	1.283	Normal

Revisando los resultados no se encuentran datos atípicos y se procede a utilizar 28 datos para la siguiente etapa de la investigación.

Criterio de Chauvenet de la resistencia a compresión perpendicular a la fibra.

Dentro de las 30 probetas ensayadas se eliminó a la probeta 9IC2 por tener defectos al iniciar la aplicación de carga, así que pasamos a la aplicación del criterio de Chauvenet. Donde calculamos datos adiciones de como promedio, desviación estándar, numero de datos y coeficiente de Chauvenet.

Primera Iteración:

- (1) Promedio: 121.59 kgf/cm²
- (2) Desviación estándar: 55.89 kgf/cm²
- (3) Numero de datos: 29
- (4) Coeficiente de Chauvenet: 2.382

Segunda Iteración:

- (1) Promedio: 116.66 kgf/cm²
- (2) Desviación estándar: 50.06 kgf/cm²
- (3) Numero de datos: 28
- (4) Coeficiente de Chauvenet: 2.369

Tabla 18

Criterio de Chauvenet resistencia a compresión perpendicular

Probeta	Resistencia a Compresión Perpendicular	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$
Primera Iteración				Segunda Iteración			
1IC2	56.87	64.73	1.158	Normal	59.793	1.194	Normal
1MC2	147.74	26.14	0.468	Normal	31.080	0.621	Normal
2IC2	57.41	64.19	1.148	Normal	59.252	1.184	Normal
2MC2	92.07	29.53	0.528	Normal	24.587	0.491	Normal
3IC2	80.36	41.24	0.738	Normal	36.297	0.725	Normal
3MC2	130.84	9.23	0.165	Normal	14.175	0.283	Normal
4IC2	45.60	76.00	1.360	Normal	71.061	1.419	Normal
4MC2	124.16	2.56	0.046	Normal	7.500	0.150	Normal
5IC2	67.48	54.12	0.968	Normal	49.176	0.982	Normal
5MC2	153.06	31.46	0.563	Normal	36.400	0.727	Normal
6IC2	113.22	8.38	0.150	Normal	3.440	0.069	Normal
6MC2	88.23	33.38	0.597	Normal	28.435	0.568	Normal
7IC2	82.60	39.00	0.698	Normal	34.064	0.680	Normal
7MC2	161.57	39.97	0.715	Normal	44.908	0.897	Normal
8IC2	16.64	104.96	1.878	Normal	100.023	1.998	Normal
8MC2	143.99	22.39	0.401	Normal	27.332	0.546	Normal
9MC2	133.37	11.77	0.211	Normal	16.708	0.334	Normal
10IC2	71.72	49.88	0.892	Normal	44.944	0.898	Normal
10MC2	210.23	88.62	1.586	Normal	93.565	1.869	Normal
11IC2	161.58	39.98	0.715	Normal	44.921	0.897	Normal
11MC2	259.94	138.33	2.475	Atípico	-	-	-
12IC2	173.96	52.36	0.937	Normal	57.300	1.145	Normal
12MC2	162.66	41.06	0.734	Normal	45.996	0.919	Normal
13IC2	112.24	9.36	0.168	Normal	4.422	0.088	Normal

Probeta	Resistencia a Compresión Perpendicular	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$
13MC2	153.62	32.02	0.573	Normal	36.957	0.738	Normal
14IC2	107.45	14.15	0.253	Normal	9.214	0.184	Normal
14MC2	154.14	32.53	0.582	Normal	37.474	0.749	Normal
15IC2	54.12	67.48	1.207	Normal	62.538	1.249	Normal
15MC2	209.59	87.99	1.574	Normal	92.932	1.856	Normal

En la aplicación del criterio de Chauvenet se elimina la probeta 11MC2. En la culminación de los resultados se cuentan con 28 datos óptimos para su utilización en la siguiente fase de la investigación.

Criterio de Chauvenet para la resistencia a corte.

Dentro de las 30 probetas ensayadas no se encontraron resultados que no cumplieran con los criterios propuestos, así que pasamos a la aplicación del criterio de Chauvenet.

Donde calculamos datos adiciones de como promedio, desviación estándar, numero de datos y coeficiente de Chauvenet.

Primera Iteración:

- (1) Promedio: 69.08 kgf/cm²
- (2) Desviación estándar: 21.75 kgf/cm²
- (3) Numero de datos: 30
- (4) Coeficiente de Chauvenet: 2.394

Segunda Iteración

- (1) Promedio: 66.48 kgf/cm²
- (2) Desviación estándar: 16.78 kgf/cm²
- (3) Numero de datos: 29
- (4) Coeficiente de Chauvenet: 2.382

Tabla 19*Criterio de Chauvenet resistencia a corte*

Probeta	Resistencia a Corte	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$
1IC3	49.35	19.73	0.907	Normal	17.140	1.021	Normal
1MC3	94.43	25.35	1.165	Normal	27.941	1.665	Normal
2IC3	81.85	12.77	0.587	Normal	15.362	0.915	Normal
2MC3	77.85	8.77	0.403	Normal	11.364	0.677	Normal
3IC3	55.50	13.58	0.624	Normal	10.990	0.655	Normal
3MC3	144.24	75.16	3.454	Atípico	-	-	-
4IC3	69.65	0.57	0.026	Normal	3.16	0.188	Normal
4MC3	78.04	8.96	0.412	Normal	11.55	0.688	Normal
5IC3	57.48	11.60	0.533	Normal	9.01	0.537	Normal
5MC3	54.25	14.83	0.682	Normal	12.24	0.729	Normal
6IC3	62.68	6.40	0.294	Normal	3.81	0.227	Normal
6MC3	70.15	1.07	0.049	Normal	3.66	0.218	Normal
7IC3	62.18	6.90	0.317	Normal	4.30	0.257	Normal
7MC3	97.44	28.36	1.303	Normal	30.95	1.844	Normal
8IC3	45.97	23.11	1.062	Normal	20.51	1.222	Normal
8MC3	73.90	4.82	0.222	Normal	7.41	0.442	Normal
9IC3	45.58	23.50	1.080	Normal	20.91	1.246	Normal
9MC3	56.11	12.98	0.596	Normal	10.38	0.619	Normal
10IC3	43.18	25.90	1.190	Normal	23.31	1.389	Normal
10MC3	96.10	27.02	1.242	Normal	29.61	1.765	Normal
11IC3	80.81	11.73	0.539	Normal	14.32	0.853	Normal
11MC3	63.87	5.21	0.240	Normal	2.62	0.156	Normal
12IC3	68.46	0.62	0.029	Normal	1.97	0.117	Normal
12MC3	85.27	16.19	0.744	Normal	18.78	1.119	Normal
13IC3	47.29	21.80	1.002	Normal	19.20	1.144	Normal
13MC3	45.77	23.31	1.071	Normal	20.72	1.235	Normal
14IC3	50.74	18.34	0.843	Normal	15.75	0.939	Normal
14MC3	88.38	19.30	0.887	Normal	21.89	1.305	Normal
15IC3	49.06	20.03	0.920	Normal	17.43	1.039	Normal
15MC3	76.85	7.77	0.357	Normal	10.36	0.617	Normal

En la aplicación del criterio de Chauvenet se eliminan las probetas 3MC3. En la culminación de los resultados se cuentan con 29 datos óptimos para su utilización en la siguiente fase de la investigación.

Criterio de Chauvenet para la resistencia a la flexión.

Dentro de las 30 probetas ensayadas se eliminará las probetas con falla incompleta, es decir que no cumpla el primer o segundo criterio antes establecido, las probetas 2IF,5IF,5MF,6MF,7MF,8IF,8MF,9IF,9MF,12IF,12MF y 15IF probetas cuya falla es por aplastamiento en los apoyos lo que significa que no se logró obtener el momento máximo, lo que se requiere para determinar el esfuerzo máximo. Consecuentemente calculamos datos adiciones de como promedio, desviación estándar, numero de datos y coeficiente de Chauvenet.

Primera Iteración para la resistencia a flexión:

- (1) Promedio: 476.59 kgf/cm^2
- (2) Desviación estándar: 98.99 kgf/cm^2
- (3) Numero de datos: 18
- (4) Coeficiente de chauvenet: 2.200

Primera Iteración para el módulo de elasticidad:

- (1) Promedio: 143243 kgf/cm^2
- (2) Desviación estándar: 32738 kgf/cm^2
- (3) Numero de datos: 18
- (4) Coeficiente de chauvenet: 2.200

Segunda Iteración para el módulo de elasticidad:

- (1) Promedio: 138722 kgf/cm^2
- (2) Desviación estándar: 27348 kgf/cm^2
- (3) Numero de datos: 17
- (4) Coeficiente de chauvenet: 2.178

Tabla 20*Criterio Chauvenet resistencia flexión y módulo de elasticidad*

Probeta	Resistencia a Flexión	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$	MOE	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$
1IF	409.762	66.84	0.675	Normal	102673	40571	1.239	Normal
1MF	522.025	45.43	0.459	Normal	91955	51288	1.567	Normal
2MF	509.650	33.05	0.334	Normal	179912	36669	1.120	Normal
3IF	409.433	67.17	0.678	Normal	129296	13947	0.426	Normal
3MF	436.400	40.20	0.406	Normal	184034	40790	1.246	Normal
4IF	509.081	32.48	0.328	Normal	142249	994	0.030	Normal
4MF	461.477	15.12	0.153	Normal	165994	22751	0.695	Normal
6IF	371.800	104.80	1.059	Normal	124718	18525	0.566	Normal
7IF	353.508	123.09	1.243	Normal	134674	8570	0.262	Normal
10IF	433.871	42.73	0.432	Normal	123886	19357	0.591	Normal
10MF	560.698	84.10	0.849	Normal	156678	13435	0.410	Normal
11IF	373.992	102.61	1.036	Normal	122785	20458	0.625	Normal
11MF	683.728	207.13	2.092	Normal	220095	76852	2.347	Atípico
13IF	477.127	0.53	0.005	Normal	162137	18894	0.577	Normal
13MF	317.621	158.98	1.606	Normal	94442	48802	1.491	Normal
14IF	571.963	95.36	0.963	Normal	152076	8832	0.270	Normal
14MF	631.829	155.23	1.568	Normal	152464	9220	0.282	Normal
15MF	544.813	68.21	0.689	Normal	138312	4931	0.151	Normal

En la aplicación del criterio de Chauvenet se eliminan las probetas 11MF para el módulo de elasticidad. En la culminación de los resultados se cuentan con 18 datos óptimos para su utilización en resistencia a la flexión y 17 datos óptimos para el módulo de elasticidad.

Tabla 21*Criterio de Chauvenet módulo de elasticidad*

Probeta	MOE	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$	Probeta	MOE	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$
1IF	102673	36050	1.318	Normal	10IF	123886	14837	0.543	Normal
1MF	91955	46767	1.710	Normal	10MF	156678	17956	0.657	Normal
2MF	179912	41189	1.506	Normal	11IF	122785	15938	0.583	Normal

3IF	129296	9426	0.345	Normal	13IF	162137	23414	0.856	Normal
3MF	184034	45311	1.657	Normal	13MF	94442	44281	1.619	Normal
4IF	142249	3526	0.129	Normal	14IF	152076	13353	0.488	Normal
4M	165994	27272	0.997	Normal	14MF	152464	13741	0.502	Normal
6IF	124718	14004	0.512	Normal	15MF	138312	410	0.015	Normal
7IF	134674	4049	0.148	Normal					

Criterio de Chauvenet para la resistencia a la tracción.

Dentro de las 30 probetas ensayadas se eliminará las probetas deficientes como la 2IT y 3MT, además de las probetas 5MT,6IT,6MT,8IT,9IT,9MT,12IT,12MT,13IT,14MT,15MT cuya falla es por desplazamiento del pegamento alterando la deformación y provocando el STOP en la maquina universal. Consecuentemente se calcula datos adiciones de como promedio, desviación estándar, numero de datos y coeficiente de Chauvenet.

Primera Iteración para la resistencia a tracción:

- (1) Promedio: 990.16 kgf/cm²
- (2) Desviación estándar: 301.08 kgf/cm²
- (3) Numero de datos: 16
- (4) Coeficiente de chauvenet: 2.154

Segunda Iteración para la resistencia a tracción:

- (1) Promedio: 937.81 kgf/cm²
- (2) Desviación estándar: 223.96 kgf/cm²
- (3) Numero de datos: 15
- (4) Coeficiente de chauvenet: 2.128

Tercera Iteración para la resistencia a tracción:

- (1) Promedio: 893.49 kgf/cm²
- (2) Desviación estándar: 149.30 kgf/cm²
- (3) Numero de datos: 14
- (4) Coeficiente de chauvenet: 2.100

Tabla 22*Criterio de Chauvenet resistencia a tracción*

Probeta	Resistencia a Tracción	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$
1IT	1208.58	218.4	0.725	Normal	270.8	1.209	Normal
1MT	1558.27	568.1	1.887	Normal	620.5	2.770	Atípico
2MT	1027.43	37.3	0.124	Normal	89.6	0.400	Normal
3IT	857.36	132.8	0.441	Normal	80.5	0.359	Normal
4IT	862.66	127.5	0.423	Normal	75.2	0.336	Normal
4MT	847.18	143.0	0.475	Normal	90.6	0.405	Normal
5IT	782.32	207.8	0.690	Normal	155.5	0.694	Normal
7IT	831.28	158.9	0.528	Normal	106.5	0.476	Normal
7MT	877.75	112.4	0.373	Normal	60.1	0.268	Normal
8MT	848.84	141.3	0.469	Normal	89.0	0.397	Normal
10MT	960.42	29.7	0.099	Normal	22.6	0.101	Normal
11IT	715.37	274.8	0.913	Normal	222.4	0.993	Normal
11MT	1775.31	785.1	2.608	Atípico	-	-	-
13MT	922.66	67.5	0.224	Normal	15.2	0.068	Normal
14IT	646.44	343.7	1.142	Normal	291.4	1.301	Normal
15IT	1120.71	130.5	0.434	Normal	182.9	0.817	Normal

Tabla 23*Criterio de Chauvenet resistencia a tracción, iteración final*

Probeta	Resistencia a la Tracción	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$
1IT	1208.58	315.1	1.407	Normal
2MT	1027.43	133.9	0.598	Normal
3IT	857.36	36.1	0.161	Normal
4IT	862.66	30.8	0.138	Normal
4MT	847.18	46.3	0.207	Normal
5IT	782.32	111.2	0.496	Normal
7IT	831.28	62.2	0.278	Normal
7MT	877.75	15.7	0.070	Normal
8MT	848.84	44.7	0.199	Normal
10MT	960.42	66.9	0.299	Normal

11IT	715.37	178.1	0.795	Normal
13MT	922.66	29.2	0.130	Normal
14IT	646.44	247.1	1.103	Normal
15IT	1120.71	227.2	1.014	Normal

Primera Iteración para la MOE resistencia a tracción:

- (1) Promedio: 15614.25 kgf/cm²
- (2) Desviación estándar: 6003.46 kgf/cm²
- (3) Numero de datos: 16
- (4) Coeficiente de Chauvenet: 2.154

Segunda Iteración para la resistencia a tracción.

- (1) Promedio: 14546.66 kgf/cm²
- (2) Desviación estándar: 4367.79 kgf/cm²
- (3) Numero de datos: 15
- (4) Coeficiente de Chauvenet: 2.128

Segunda Iteración para la resistencia a tracción.

- (1) Promedio: 13750.00 kgf/cm²
- (2) Desviación estándar: 3208.21 kgf/cm²
- (3) Numero de datos: 14
- (4) Coeficiente de Chauvenet: 2.100

Tabla 24

Criterio de Chauvenet módulo de elasticidad tracción

Probeta	MOE	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$
1IT	25700	10086	2.139	Normal	11153	2.365	Atípico
1MT	20175	4561	0.967	Normal	5628	1.193	Normal
2MT	14901	713	0.151	Normal	354	0.075	Normal
3IT	8798	6816	1.445	Normal	5749	1.219	Normal
4IT	11390	4224	0.896	Normal	3157	0.669	Normal
4MT	14168	1446	0.307	Normal	379	0.080	Normal
5IT	13765	1849	0.392	Normal	782	0.166	Normal

Probeta	MOE	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$
7IT	11601	4013	0.851	Normal	2946	0.625	Normal
7MT	14808	806	0.171	Normal	261	0.055	Normal
8MT	16402	788	0.167	Normal	1855	0.393	Normal
10MT	16397	783	0.166	Normal	1850	0.392	Normal
11IT	11548	4066	0.862	Normal	2999	0.636	Normal
11MT	31628	16014	3.396	Atípico	-	-	-
13MT	13131	2483	0.527	Normal	1416	0.300	Normal
14IT	16816	1202	0.255	Normal	2269	0.481	Normal
15IT	8600	7014	1.487	Normal	5947	1.261	Normal

Tabla 25

Criterio de Chauvenet módulo de elasticidad tracción iteración final

Probeta	MOE	$X_i - \bar{X}$	R_n	$R_n > K_n$
1MT	20175	4561	0.967	Normal
2MT	14901	713	0.151	Normal
3IT	8798	6816	1.445	Normal
4IT	11390	4224	0.896	Normal
4MT	14168	1446	0.307	Normal
5IT	13765	1849	0.392	Normal
7IT	11601	4013	0.851	Normal
7MT	14808	806	0.171	Normal
8MT	16402	788	0.167	Normal
10MT	16397	783	0.166	Normal
11IT	11548	4066	0.862	Normal
13MT	13131	2483	0.527	Normal
14IT	16816	1202	0.255	Normal
15IT	8600	7014	1.487	Normal

En la aplicación del criterio de Chauvenet se eliminan las probetas 1MF y 11MF para la resistencia a tracción, quedando 14 datos aptos para el siguiente análisis. La aplicación del criterio de Chauvenet en el módulo de elasticidad eliminan las probetas 1MF y 11MF, quedando 14 datos óptimos para su siguiente análisis.

CAPITULO 4. DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

4.1. Determinación de las características físicas.

Para la determinación de las características físicas donde se calcula el contenido de humedad y la densidad se calcula mediante la media aritmética de los valores de las probetas.

4.1.1. Contenido de humedad.

De la Tabla 10 determinamos el promedio aritmético de las 30 probetas del contenido de humedad para cada ensayo de las pruebas mecánicas. De la Tabla 26 se entiende que para cada ensayo se obtuvo un contenido de humedad por el promedio aritmético de las 30 probetas ensayadas.

Tabla 26

Resultados del Contenido de Humedad

CH Compresión Paralela (%)	CH Compresión Perpendicular (%)	CH Corte (%)	CH Flexión (%)	CH Tracción (%)
13.73	11.58	14.35	11.49	10.85

4.1.2. Densidad

De la Tabla 11 determinamos con el promedio aritmético de las 30 probetas de la densidad de cada culmo. De la Tabla 27 se entiende que la densidad húmeda es de 664.4 kg/m³, densidad anhidra es de 530.92 kg/m³ y el peso por metro lineal de culmo es de 1.47 kg/m.

Tabla 27

Resultados de la Densidad

Densidad (kg/m ³)	Densidad Básica (kg/m ³)	Masa por Longitud (kg/m)
664.40	530.92	1.47

4.2. Determinación de las características mecánicas.

Los valores característicos se determinan mediante la Ecuación (41), para ello se tendrá que ordenar de menor a mayor los valores y elegir el quinto percentil como lo sugiere.

$$f_{ki} = f_{0.05i} \left[1 - \frac{2.7 \frac{s}{m}}{\sqrt{n}} \right] \quad \dots \text{Ecuacion(41)}$$

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.

m: Valor promedio de los datos de las pruebas de laboratorio.

S: Desviación estándar de los datos e las pruebas de laboratorio

n: Numero de ensayos

i: Subíndice que depende del tipo de sollicitación (b para flexión, t para tracción, c para compresión paralela, p para compresión perpendicular, v para corte)

4.2.1. Resistencia a la compresión paralela a las fibras.

Como primer paso ordenamos los datos de resistencia a compresión paralela a la fibra obtenidos, de forma ascendente para poder obtener el valor de quinto percentil como se aprecia en la Tabla 28, para luego determinar el quinto percentil como muestra la Figura 38. Seguidamente se determina el valor característico con la relación expuesta anteriormente este valor se describe en la Tabla 29.

Tabla 28

Valores de Resistencia a Compresión Paralela a la fibra

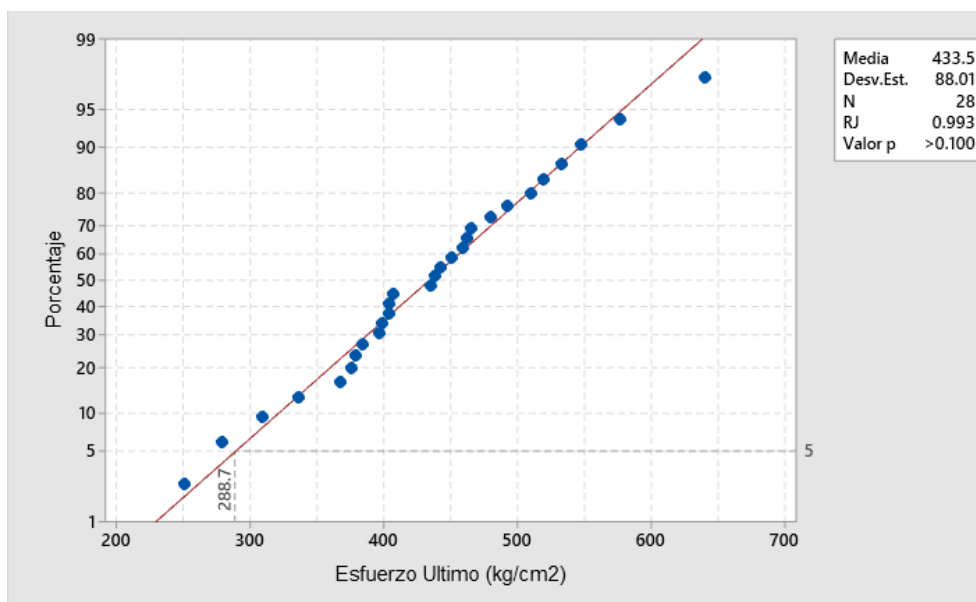
Posición	Probeta	Resistencia a compresión paralela a la fibra (kgf/cm ²)	Posición	Probeta	Resistencia a compresión paralela a la fibra (kgf/cm ²)
1	7MC	250.05	15	9IC	438.47
2	12MC	278.40	16	11IC	442.12
3	7IC	308.96	17	5MC	450.16
4	1 MC	335.73	18	8MC	459.13

Posición	Probeta	Resistencia a compresión paralela a la fibra (kgf/cm ²)	Posición	Probeta	Resistencia a compresión paralela a la fibra (kgf/cm ²)
5	15IC	367.42	19	3MC	461.94
6	6IC	375.91	20	2IC	464.76
7	4IC	378.48	21	14MC	480.00
8	1 IC	383.73	22	14IC	492.11
9	3IC	396.16	23	10IC	510.40
10	8IC	397.99	24	13MC	518.98
11	12IC	403.05	25	15MC	533.01
12	13IC	403.24	26	9MC	547.82
13	6MC	406.53	27	10MC	577.05
14	4MC	435.00	28	2MC	640.22

Como lo muestra la Figura 38 el quinto percentil de la Resistencia a la compresión paralela a la fibra será 288.7 kgf/cm².

Figura 38

Gráfico de probabilidad Normal resistencia compresión paralela a la fibra



Nota: Para un Valor $p > 0.100$ que sugiere que los datos siguen una distribución normal.

Seguidamente el valor característico se obtiene en función al número de probetas (n), promedio (m), desviación estándar (S), y valor del quinto percentil.

Tabla 29*Determinación del valor característico de Resistencia a Compresión Paralela*

Estadísticos	Valores
Probetas (n)	28
Resistencia Ultima Promedio (m)	433.5 kgf/cm ²
Desviación Estándar (S)	88.01 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación (CV)	20.3%
Percentil 5to ($f_{0.05c}$)	288.7 kgf/cm ²
Valor Característico (f_c)	258.7 kgf/cm ²

4.2.2. Módulo de Elasticidad en compresión paralela a las fibras.

De manera consecuente se realiza el ordenamiento de los resultados de forma ascendente como se muestra en la Tabla 30. Sin embargo, el módulo de elasticidad tendrá dos objetivos que son: $E_{0.5}$ (Modulo promedio) calculado con la media de los datos obtenidos y $E_{0.05}$ (Modulo quinto percentil) calculado con el quinto percentil de los datos obtenidos.

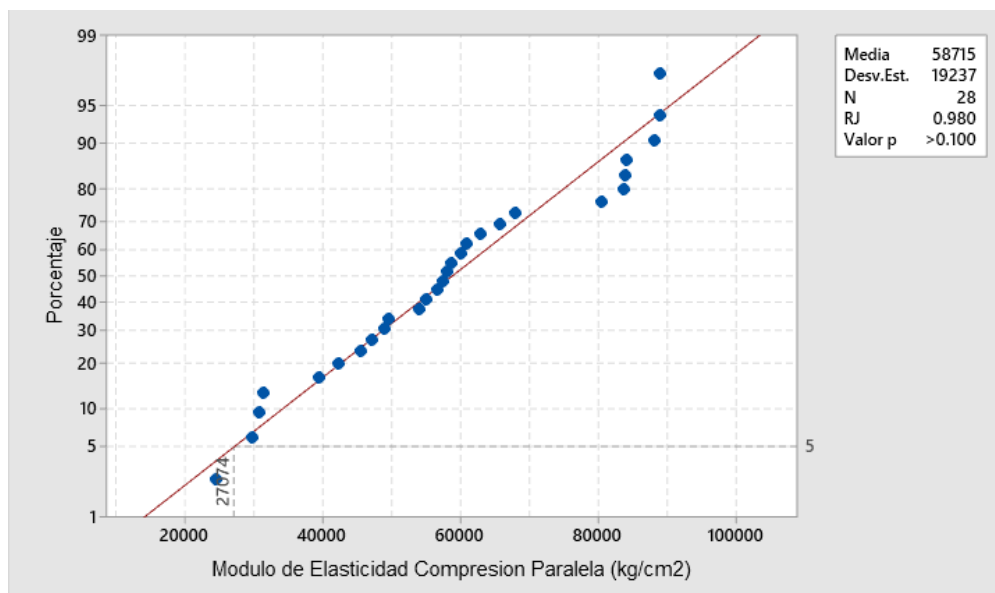
Tabla 30*Valores de Modulo de Elasticidad en Compresión Paralela a la fibra*

Posición	Probeta	Módulo de Elasticidad (kgf/cm²)	Posición	Probeta	Módulo de Elasticidad (kgf/cm²)
1	7IC	24381	15	9MC	57955
2	15MC	29572	16	10IC	58578
3	7MC	30742	17	4MC	60056
4	1MC	31267	18	12IC	60877
5	1IC	39359	19	3IC	62906
6	8IC	42275	20	10MC	65765
7	15IC	45547	21	9IC	67902
8	5MC	47093	22	13IC	80544
9	6IC	48966	23	13MC	83699
10	4IC	49517	24	2MC	83908
11	11IC	53879	25	8MC	84183

12	2IC	54939	26	14IC	88143
13	6MC	56523	27	12MC	89037
14	3MC	57340	28	14MC	89073

Figura 39

Gráfico de probabilidad Normal para (MOE) de compresión paralela a la fibra



Nota: Para un Valor $p > 0.100$ que sugiere que los datos siguen una distribución normal.

Tabla 31

Determinación de Modulo de Elasticidad a compresión paralela a la fibra

Estadísticos	Valores
Probetas (n)	28
Módulo de Elasticidad Promedio ($E_{0.5}$)	58715 kgf/cm ²
Desviación Estándar (S)	19237 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación (CV)	32.7%
Percentil 5to ($E_{0.05}$)	27074 kgf/cm ²

4.2.3. Resistencia a la compresión perpendicular a las fibras.

Como primer paso ordenamos los datos de resistencia a compresión perpendicular a la fibra de forma ascendente para obtener el valor de quinto percentil como se muestra la

Tabla 32, el valor del quinto percentil se muestra en la Figura 40. Seguidamente la determinación del valor característico con la relación expuesta anteriormente, este valor se describe en la Tabla 33.

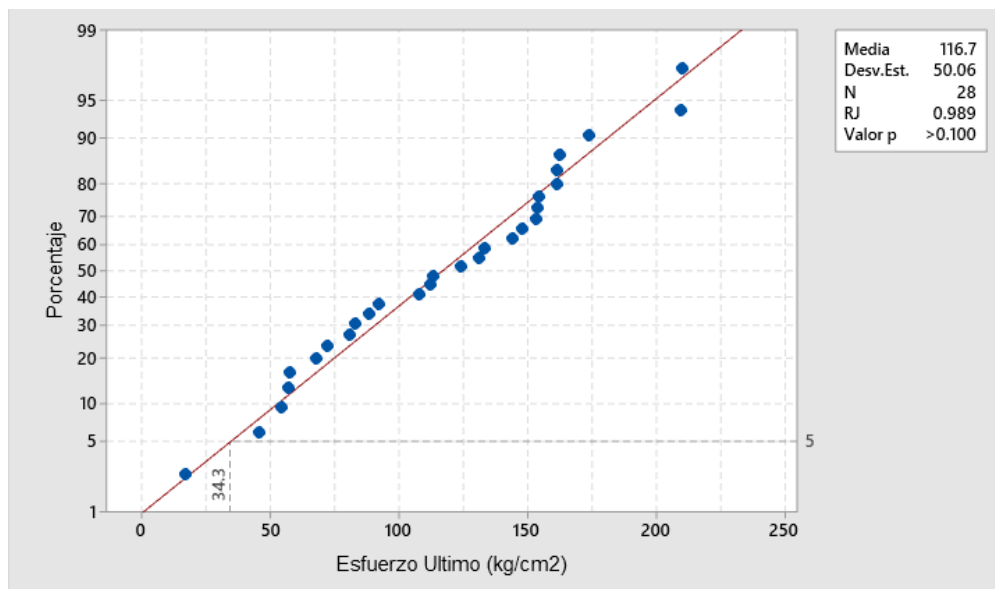
Tabla 32

Valores de resistencia a compresión perpendicular a la fibra

Posición	Probeta	Resistencia a compresión perpendicular (kgf/cm²)	Posición	Probeta	Resistencia a compresión perpendicular (kgf/cm²)
1	8IC2	16.64	15	4MC2	124.16
2	4IC2	45.60	16	3MC2	130.84
3	15IC2	54.12	17	9MC2	133.37
4	1IC2	56.87	18	8MC2	143.99
5	2IC2	57.41	19	1MC2	147.74
6	5IC2	67.48	20	5MC2	153.06
7	10IC2	71.72	21	13MC2	153.62
8	3IC2	80.36	22	14MC2	154.14
9	7IC2	82.60	23	7MC2	161.57
10	6MC2	88.23	24	11IC2	161.58
11	2MC2	92.07	25	12MC2	162.66
12	14IC2	107.45	26	12IC2	173.96
13	13IC2	112.24	27	15MC2	209.59
14	6IC2	113.22	28	10MC2	210.23

Figura 40

Gráfico de probabilidad Normal resistencia compresión perpendicular a la fibra



Nota: Para un Valor $p > 0.100$ que sugiere que los datos siguen una distribución normal

Tabla 33

Determinación valor característico de resistencia a compresión perpendicular

Estadísticos	Valores
Probetas (n)	28
Esfuerzo Ultimo Promedio (m)	116.7 kgf/cm ²
Desviación Estándar (S)	50.06 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación (CV)	42.9%
Percentil 5to ($f_{0.05p}$)	34.3 kgf/cm ²
Valor Característico (f_p)	26.7 kgf/cm ²

4.2.4. Resistencia al corte.

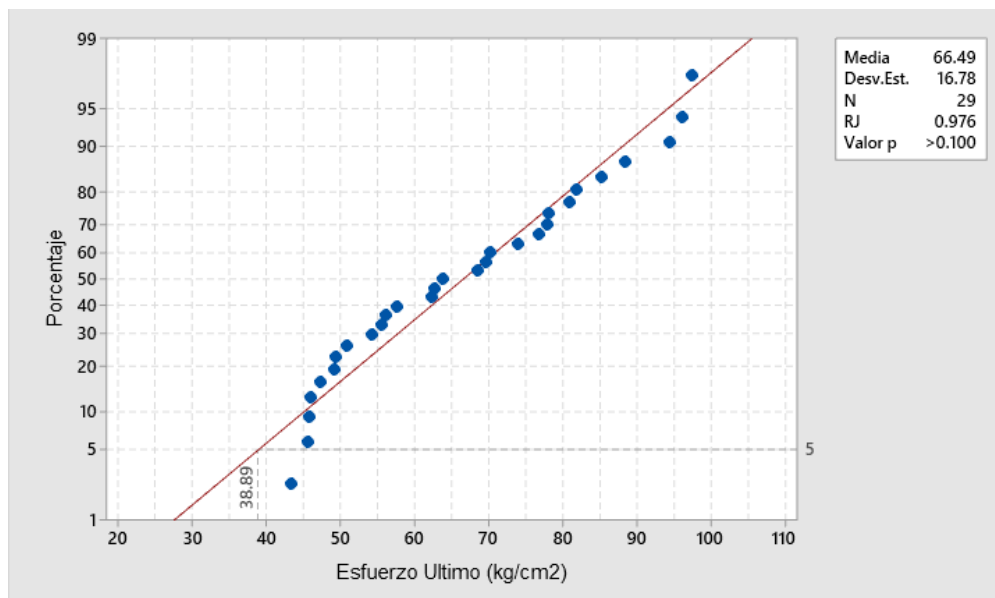
Como primer paso ordenamos los datos de resistencia a corte de forma ascendente para obtener el valor del quinto percentil como se muestra en la Tabla 34, el valor del quinto percentil se obtiene de la Figura 41. Seguidamente la determinación del valor característico con la relación expuesta anteriormente, este valor se describe en la Tabla 35.

Tabla 34*Valores de Resistencia al Corte*

Posición	Probeta	Resistencia al corte (kgf/cm²)	Posición	Probeta	Resistencia al corte (kgf/cm²)
1	10IC3	43.18	16	12IC3	68.46
2	9IC3	45.58	17	4IC3	69.65
3	13MC3	45.77	18	6MC3	70.15
4	8IC3	45.97	19	8MC3	73.90
5	13IC3	47.29	20	15MC3	76.85
6	15IC3	49.06	21	2MC3	77.85
7	11IC3	49.35	22	4MC3	78.04
8	14IC3	50.74	23	11IC3	80.81
9	5MC3	54.25	24	2IC3	81.85
10	3IC3	55.50	25	12MC3	85.27
11	9MC3	56.11	26	14MC3	88.38
12	5IC3	57.48	27	1MC3	94.43
13	7IC3	62.18	28	10MC3	96.10
14	6IC3	62.68	29	7MC3	97.44
15	11MC3	63.87			

Figura 41

Gráfico de probabilidad Normal resistencia a corte



Nota: Para un Valor $p > 0.100$ que sugiere que los datos siguen una distribución normal

Tabla 35

Determinación del valor característico de resistencia a corte

Estadísticos	Valores
Probetas (n)	29
Esfuerzo Ultimo Promedio (m)	66.4 kgf/cm ²
Desviación Estándar (S)	16.78 kgf/cm ²
Coefficiente de Variación (CV)	25.2%
Percentil 5to ($f_{0.05v}$)	38.89 kgf/cm ²
Valor Característico (f_v)	33.96 kgf/cm ²

4.2.5. Resistencia a la flexión.

Como primer paso ordenamos los datos de resistencia a flexión de forma ascendente para obtener el valor del quinto percentil como se muestra en la Tabla 36, el valor del quinto percentil se obtiene de la Figura 42. Seguidamente la determinación del

valor característico con la relación expuesta anteriormente, este valor se describe en la Tabla 37.

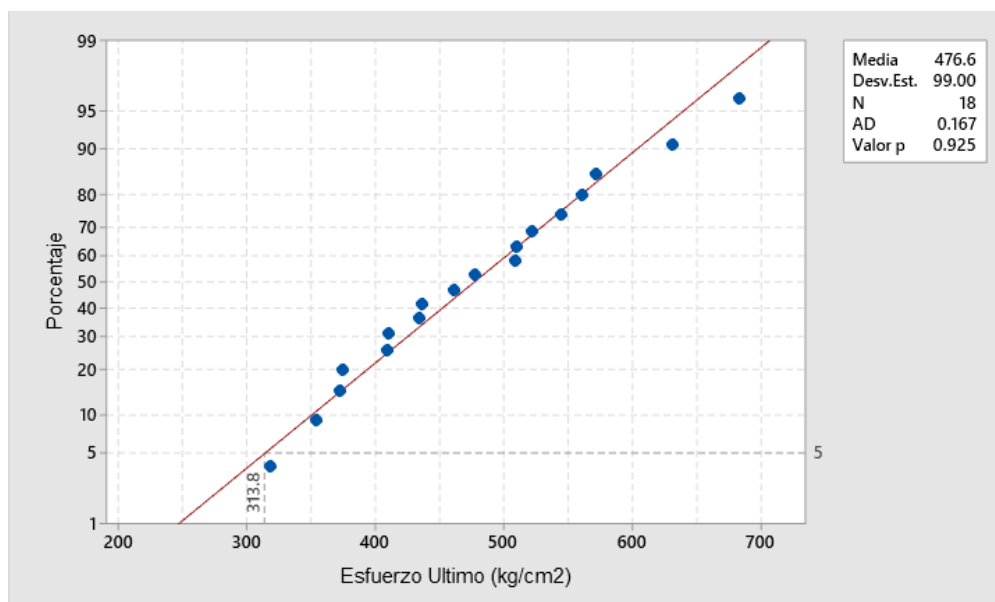
Tabla 36

Valores de resistencia a flexión

Posición	Probeta	Resistencia a la flexión (kgf/cm ²)	Posición	Probeta	Resistencia a la flexión (kgf/cm ²)
1	13MF	317.62	10	13IF	477.13
2	7IF	353.51	11	4IF	509.08
3	6IF	371.80	12	2MF	509.65
4	11IF	373.99	13	1MF	522.03
5	3IF	409.43	14	15MF	544.81
6	1IF	409.76	15	10MF	560.70
7	10IF	433.87	16	14IF	571.96
8	3MF	436.40	17	14MF	631.83
9	4MF	461.48	18	11MF	683.72

Figura 42

Gráfico de probabilidad Normal resistencia a flexión



Nota: Para un Valor $p > 0.100$ que sugiere que los datos siguen una distribución normal

Tabla 37*Determinación del valor característico de resistencia a flexión*

Estadísticos	Valores
Probetas (n)	18
Esfuerzo Ultimo Promedio (m)	476.6 kgf/cm ²
Desviación Estándar (S)	99.0 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación (CV)	20.7%
Percentil 5to ($f_{0.05b}$)	313.8 kgf/cm ²
Valor Característico (f_b)	272.31 kgf/cm ²

4.2.6. Módulo de Elasticidad de resistencia a flexión

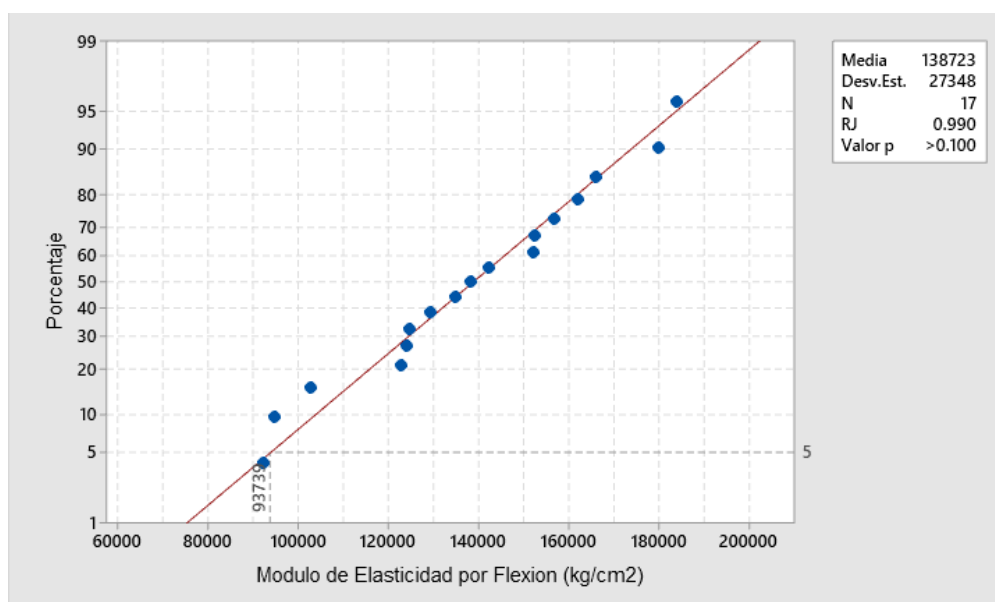
De manera consecuente se realiza el ordenamiento de los resultados de forma ascendente como se muestra en la Tabla 38. Sin embargo, el módulo de elasticidad tendrá dos objetivos que son: $E_{0.5}$ (Modulo promedio) calculado con la media de los datos obtenidos y $E_{0.05}$ (Modulo quinto percentil) calculado con el quinto percentil obtenido de la Figura 43, como se aprecia en la Figura 39.

Tabla 38*Valores de Modulo de Elasticidad a resistencia a flexión*

Posición	Probeta	Resistencia a la flexión (kgf/cm²)	Posición	Probeta	Resistencia a la flexión (kgf/cm²)
1	1MF	91955	10	4IF	142249
2	13MF	94442	11	14IF	152076
3	1IF	102673	12	14MF	152464
4	11IF	122785	13	10MF	156678
5	10IF	123886	14	13IF	162137
6	6IF	124718	15	4MF	165994
7	3IF	129296	16	2MF	179912
8	7IF	134674	17	3MF	184034
9	15MF	138312			

Figura 43

Gráfico de probabilidad Normal para (MOE) de flexión



Nota: Para un Valor $p > 0.100$ que sugiere que los datos siguen una distribución normal

Tabla 39

Determinación del Módulo de Elasticidad a resistencia a flexión

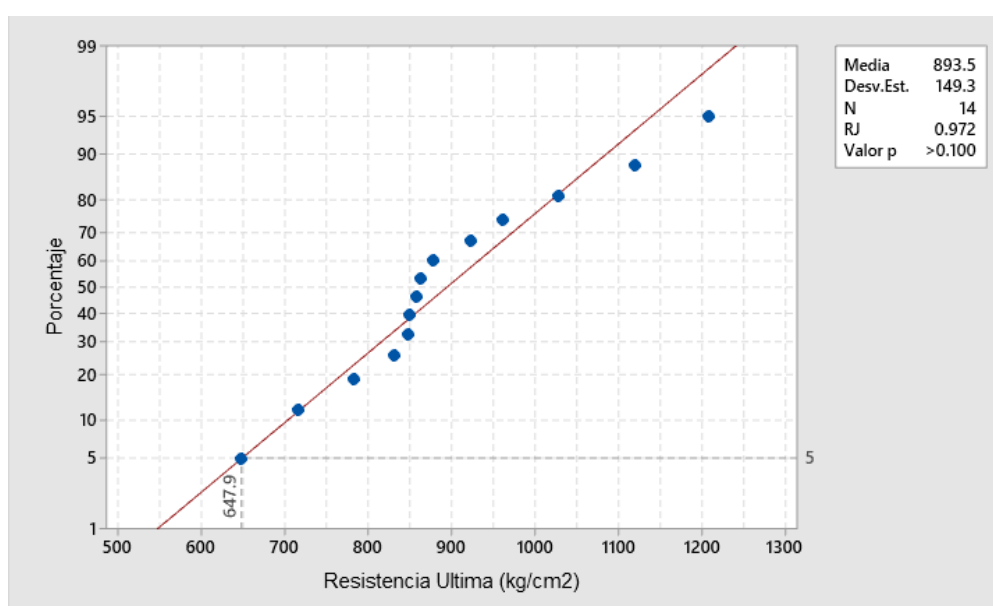
Estadísticos	Valores
Probetas (n)	17
Módulo de Elasticidad Promedio ($E_{0.5}$)	138,723 kgf/cm ²
Desviación Estándar (S)	27348 kgf/cm ²
Coefficiente de Variación (CV)	19.71%
Percentil 5to ($E_{0.05}$)	93739 kgf/cm ²

4.2.7. Resistencia a la tracción.

Como primer paso ordenamos los datos de resistencia a tracción de forma ascendente para obtener el valor del quinto percentil como se muestra en la Tabla 40, el valor del quinto percentil se obtiene de la Figura 44. Seguidamente la determinación del valor característico con la relación expuesta anteriormente, este valor se describe en la Tabla 41.

Tabla 40*Valores de resistencia a tracción*

Posición	Probeta	Resistencia a tracción (kgf/cm ²)	Posición	Probeta	Resistencia a tracción (kgf/cm ²)
1	14IT	646.44	8	4IT	862.66
2	11IT	715.37	9	7MT	877.75
3	5IT	782.32	10	13MT	922.66
4	7IT	831.28	11	10MT	960.42
5	4MT	847.18	12	2MT	1027.43
6	8MT	848.84	13	15IT	1120.71
7	3IT	857.36	14	1IT	1208.58

Figura 44*Gráfico de probabilidad Normal resistencia a tracción*

Nota: Para un Valor $p > 0.100$ que sugiere que los datos siguen una distribución normal

Tabla 41*Determinación del valor característico a resistencia a tracción*

Estadísticos	Valores
Probetas (n)	14
Esfuerzo Ultimo Promedio (m)	893.5 kgf/cm ²

Desviación Estándar (S)	149.3 kgf/cm ²
Coeficiente de Variación (CV)	16.70%
Percentil 5to ($f_{0.05t}$)	647.9 kgf/cm ²
Valor Característico (f_t)	569.77 kgf/cm ²

4.2.8. Módulo de Elasticidad resistencia a la tracción

De manera consecuente se realiza el ordenamiento de los resultados de forma ascendente como se muestra en la Tabla 42. Sin embargo, el módulo de elasticidad tendrá dos objetivos que son: $E_{0.5}$ (Modulo promedio) calculado con la media de los datos obtenidos y $E_{0.05}$ (Modulo quinto percentil) calculado con el quinto percentil obtenido de la Figura 45, como se aprecia en la Tabla 43.

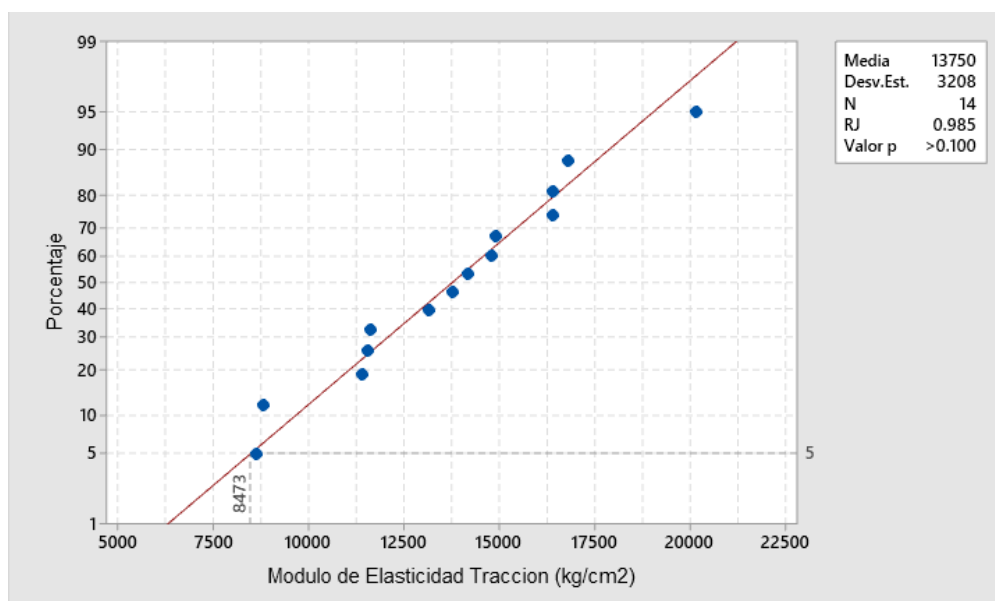
Tabla 42

Valores de Modulo de Elasticidad a resistencia a tracción

Posición	Probeta	Módulo de Elasticidad (kgf/cm ²)	Posición	Probeta	Módulo de Elasticidad (kgf/cm ²)
1	15IT	8600	8	4MT	14168
2	3IT	8798	9	7MT	14808
3	4IT	11390	10	2MT	14901
4	11IT	11548	11	10MT	16397
5	7IT	11601	12	8MT	16402
6	13MT	13131	13	14IT	16816
7	5IT	13765	14	1MT	20175

Figura 45

Gráfico de probabilidad Normal para (MOE) de tracción



Nota: Para un Valor $p > 0.100$ que sugiere que los datos siguen una distribución normal

Tabla 43

Determinación del Módulo de Elasticidad a resistencia a tracción

Estadísticos	Valores
Probetas (n)	14
Módulo de Elasticidad Promedio ($E_{0.5}$)	13750 kgf/cm ²
Desviación Estándar (S)	3208 kgf/cm ²
Coefficiente de Variación (CV)	23.33%
Percentil 5to ($E_{0.05}$)	8473 kgf/cm ²

4.2.9. Determinación de los esfuerzos admisibles.

Determinado el valor característico se procede al cálculo de los esfuerzos admisibles mediante la Ecuación (42). Los factores de reducción (FC), (F_s) y (FDC), se encuentran representados en la Tabla 44.

$$F_i = \frac{FC \cdot f_{ki}}{F_s \cdot FDC} \quad \dots \text{Ecuacion(42)}$$

Donde:

F_i : Esfuerzo admisible en la sollicitación i .

FC : Factor de reducción por diferencia entre las condiciones de ensayo en el laboratorio y las condiciones reales de aplicación de cargas en la estructura.

F_s : Factor de seguridad.

FDC : Factor de duración de carga.

Tabla 44

Factores de reducción de resistencia.

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

Nota: De " Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10)", por

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017, *Asociación Colombiana de Ingeniería*

Sísmica, p. 110

Obtenidos el valor característico se procede a la determinación de los esfuerzos admisibles con la utilización de los factores de reducción de resistencia. La Tabla 45 expresa los esfuerzos admisibles y la Tabla 46 los módulos de elasticidad.

Tabla 45*Determinación de los Esfuerzos Admisibles*

Esfuerzos Admisibles	FC	F_s	FCD	f_{ki} (kgf/cm²)	F_i (kgf/cm²)
Compresión $\parallel$	1	1.5	1.2	258.78	143.77
Compresión $\perp$	1	1.8	1.2	26.79	12.40
Corte	0.6	1.8	1.1	38.89	10.29
Flexión	1	2.0	1.5	272.31	90.77
Tracción	0.5	2.0	1.5	544.16	90.69

Nota: El símbolo $\parallel$ significa sentido paralelo a las fibras y el símbolo $\perp$ significa sentido perpendicular a las fibras

Tabla 46*Determinación de los Módulos de Elasticidad*

Módulo de Elasticidad	E_{0.5} (kgf/cm²)	E_{0.05} (kgf/cm²)
Modulo Elasticidad Compresión Paralela	58,715	27,074
Modulo Elasticidad Flexión	138,723	93,739
Modulo Elasticidad Tracción	13,750	8,473

Para el diseño se utilizará la Tabla 47, los siguientes esfuerzos admisibles y módulo de elasticidad en flexión y compresión distintamente a los elementos de diseño, para el análisis estructural se trabajará con el módulo de elasticidad en flexión.

Tabla 47*Esfuerzos Admisibles para Diseño*

Esfuerzos Admisibles	kgf/cm²
Compresión Paralela (F _c)	143.77
Compresión Perpendicular (F _p)	12.40
Corte (F _v)	10.29

Esfuerzos Admisibles	kgf/cm²
Flexión (F_b)	90.77
Tracción (F_t)	90.69
Módulo de Elasticidad* ($E_{0.5}$)	138,723
Módulo de Elasticidad* ($E_{0.05}$)	93,739

Nota: *. Módulo de elasticidad por flexión.

4.3. Diseño Estructural de la vivienda ecológica de Bambú

4.3.1. Diseño Arquitectónico

El diseño arquitectónico estará regido por condiciones locales con un estudio de las necesidades. La elección del diseño arquitectónico será a elección del banco de proyectos de prototipos de vivienda progresiva elaborados a concurso del fondo Mi Vivienda.

Estudio Situacional.

El estudio situacional nos indica un diagnóstico sobre el déficit habitacional, situación habitacional y la demanda potencial, estos ítems se desarrollarán con información obtenida del INEI.

Déficit habitacional

La población total para el 2017 del distrito de Echarati fue de 23,214 donde el 16.6% se encuentra en zona urbana y el 83.4% para la zona rural (INEI, 2017). De la Tabla 48 se presume aproximadamente que existe un déficit de vivienda 1434 viviendas.

Situación habitacional

En la Tabla 48 se presenta la tenencia de las viviendas para el distrito de Echarati donde se verifica que aproximadamente el 20.2% de las viviendas se encuentran en estado de alquiler o déficit de vivienda propia. La Tabla 49 muestra el material predominante sobre el total de viviendas del distrito de Echarati demostrando que existe un 46.3% de viviendas de adobe y 45.33% de viviendas de madera.

Tabla 48*Régimen de tenencia de viviendas-distrito Echarati*

Régimen de tenencia	Número de viviendas	Porcentaje (%)
Propias con título propiedad	2664	37.3
Propias sin título propiedad	3036	42.5
Alquiladas	552	7.7
Otro tipo	882	12.5
Total	7134	100%

Nota: De “Cusco resultado definitivo”, por (INEI) 2017.

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1559/

Tabla 49*Material predominante de viviendas-distrito Echarati*

Material Predominante	Nro. Viviendas	Porcentaje (%)
Ladrillo o bloque de cemento	387	5.42
Piedra o Sillar con cal o cemento	3	0.04
Adobe	3307	46.36
Tapia	13	0.18
Quincha (caña con barro)	68	0.95
Piedra con barro	28	0.39
Madera (pona, tornillo, etc)	3234	45.33
Triplay/ Calamina/ Estera	94	1.32
Total	7134	100%

Nota: De “Cusco resultado definitivo”, por (INEI) 2017.

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1559/

Demanda Potencial

Según la Tabla 49 se aprecia que el 46.36% es de material adobe que puede ser sustituido por bambú, y el 45.33% es vivienda de madera material similar al bambú, pero

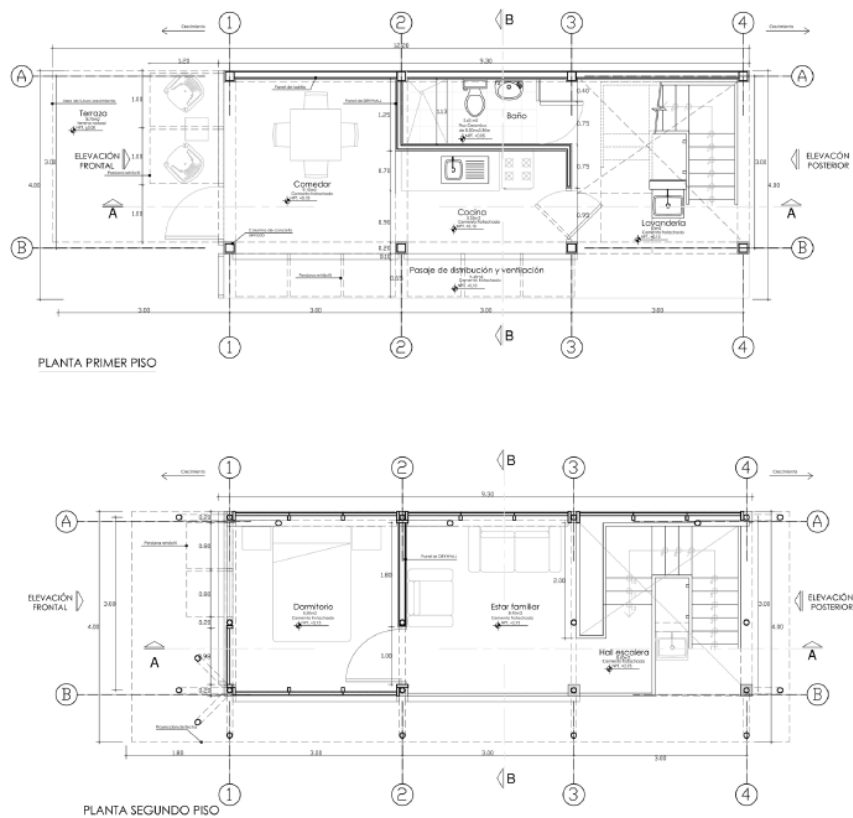
económicamente costoso. La construcción con bambú de tipo rollizo puede ser empleada en viviendas de tipo rural, casa de campo, restaurantes, vivienda urbana y centro de recreación (MIDAGRI, 2022).

Definición de plano arquitectónico

La propuesta arquitectónica elegida es el Proyecto SE_011, que se adecua a la selva peruana tradicional, este módulo de vivienda cuenta con un área aproximado de 48m² y consta de dos niveles, además de sala comedor, cocina, baño, escalera lavandería, dormitorio y star familia. De esta propuesta obtendremos la distribución requerida para consecuentemente realizar el diseño estructural en bambú. La Figura 46 muestra la distribución de los ambientes del primer y segundo nivel, y la Figura 47 y Figura 48 proveen de la vista frontal y elevación de la propuesta arquitectónica.

Figura 46

Planta primer y segundo piso

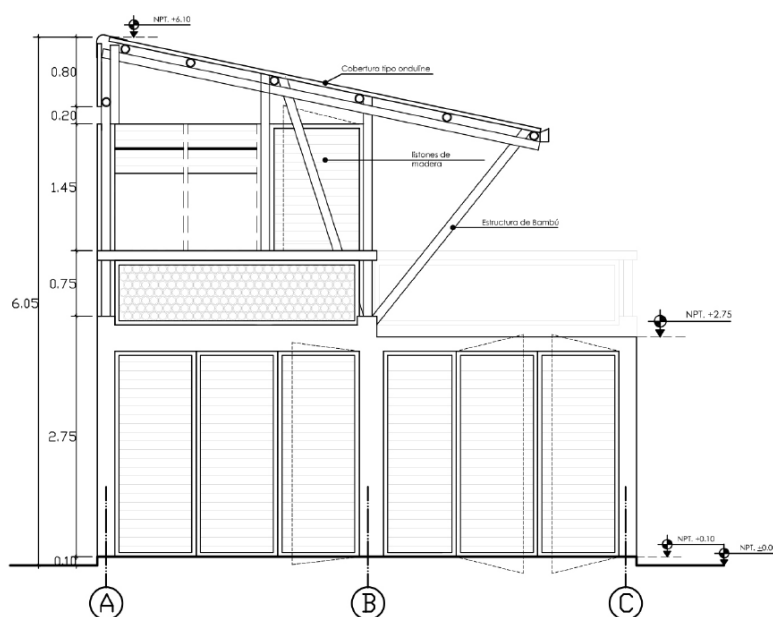


Nota: "Prototipos de Vivienda Progresiva", por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2015, *Construye para crecer*, p. 247

(<https://es.scribd.com/document/323771877/Catalogo-CORREGIDO-LUNES-16-JUNIO-pdf>).

Figura 47

Vista Frontal

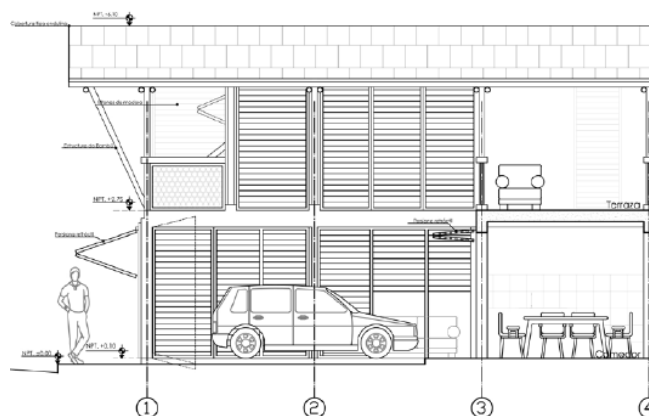


Nota: "Prototipos de Vivienda Progresiva", por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2015, *Construye para crecer*, p. 246

(<https://es.scribd.com/document/323771877/Catalogo-CORREGIDO-LUNES-16-JUNIO-pdf>).

Figura 48

Elevación



Nota: "Prototipos de Vivienda Progresiva", por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2015, *Construye para crecer*, p. 246

(<https://es.scribd.com/document/323771877/Catalogo-CORREGIDO-LUNES-16-JUNIO-pdf>).

4.3.2. Análisis Estructural.

Datos generales.

El análisis de la edificación se realizará para el entorno de Echarati sector de Kiteni, con datos de suelo de la zona, y consideraciones de diseño para su entorno. La edificación ubicada en el sector de Kiteni consta de 2 niveles, donde el comedor, cocina y lavandería se encuentran en el primer nivel, y el hall escalera, star familiar y dormitorio en el segundo nivel. Con un frente de 3.00 metros y largo de 9.00 metros, con una circulación vertical por escalera de madera.

La fuerza sísmica será resistida por un sistema aporticado con columnas y vigas de bambú, y los cerramientos serán de bareque encementado aislados de los pórticos, dispuestas en ambas direcciones siendo la altura del primer nivel de 2.75 metros y el segundo nivel de 2.45.

Normativa para su análisis y diseño.

Se realizaron la verificación de distintas normas internaciones de América del sur como la colombiana, sin embargo, para el diseño se toma en cuenta la norma peruana del Reglamento Nacional de Edificaciones E.100 Bambú, E.030 Sismorresistente y E.020 Cargas y E.060 Concreto Armado.

Propiedades mecánicas de los materiales utilizados

Las resistencias de los materiales son:

Tabla 50

Propiedades de los materiales para diseño

Material	Esfuerzos Admisibles	kgf/cm²
Bambú	Compresión Paralela (F_c)	143.77
	Compresión Perpendicular (F_p)	12.40

Material	Esfuerzos Admisibles	kgf/cm ²
	Corte (F_v)	10.29
	Flexión (F_b)	90.77
	Tracción (F_t)	90.69
	Módulo de Elasticidad* ($E_{0.5}$)	138,723
	Módulo de Elasticidad** ($E_{0.05}$)	93,739
Concreto	Concreto zapatas, vigas y pedestal (F'_c)	210.00
	Concreto para sobrecimientos (F'_c)	175.00
Acero	Acero para refuerzo G60 (F_y)	4200.00
	Acero para pernos de anclaje y ajuste (F_y)	2530.00
Suelo	Capacidad portante de suelo (Q_u), Df:1.00m	1.27

Predimensionamiento de elementos estructurales.

A partir del plano de arquitectura se procede con el pre dimensionamiento de elementos estructurales como vigas, viguetas y columnas.

Predimensionamiento de vigas

De la Figura 46, la viga a estudiar es del eje B entre los ejes 2 y 3, viga de luz de 3.00 m, que recibe directamente el peso del entrepiso, con un área tributaria de 1.5mx3m, y carga viva de 200 kg/cm² y carga muerta aproximada de 100 kg/cm². En vigas el efecto más dominante es de verificación por deflexión y en el Predimensionamiento revisaremos solo este.

Datos:

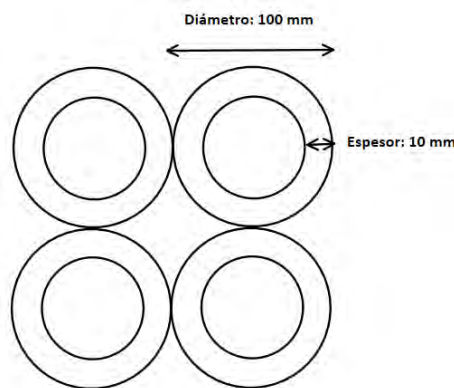
- (1) Luz: 3.00m, Diámetro Exterior: 100mm, Espesor: 10mm
- (2) Carga Muerta: 100 kgf/m²
- (3) Carga Viva: 200 kgf/m²
- (4) Área Tributaria: 1.5mx3.0m=4.5m²

Cálculos:

- (1) Combinación de cargas viva y muerta: $C = (100+200) * 4.5/3 = 450 \text{ kg/m}$
- (2) Modulo Elasticidad $E_{0.5}$: 138723 kgf/cm^2
- (3) Inercia: 3953 cm^4 .
- (4) Deflexión Admisible: $Luz/240 = 3000/240 = 1.25 \text{ cm}$
- (5) Deflexión Calculada: $\Delta = \frac{5 * C * L^4}{384 * E_{0.5} * I} = 0.87 \text{ cm}$

Figura 49

Sección de viga pre dimensionada



Predimensionamiento de viguetas

De la Figura 46 , la viga a estudiar es del eje A y B entre los ejes 2 y 3, viga de luz de 3.00 m, que recibe directamente el peso del entrepiso, con un área tributaria de 0.6mx3m, y carga viva de 200 kgf/cm^2 y carga muerta aproximada de 100 kgf/cm^2 . En vigas el efecto más dominante es de verificación por deflexión y en el Predimensionamiento revisaremos solo este.

Datos:

- (1) Luz: 3.00m, Diámetro Exterior: 100mm, Espesor: 10mm
- (2) Carga Muerta: 100 kgf/m^2
- (3) Carga Viva: 200 kgf/m^2
- (4) Área Tributaria: $0.6\text{m} \times 3.0\text{m} = 1.8\text{m}^2$

Cálculos:

- (1) Combinación de cargas viva y muerta: $C = (100+200) * 4.5/3 = 450 \text{ kgf/m}$
- (2) Modulo Elasticidad $E_{0.5}$: $138,723 \text{ kgf/cm}^2$

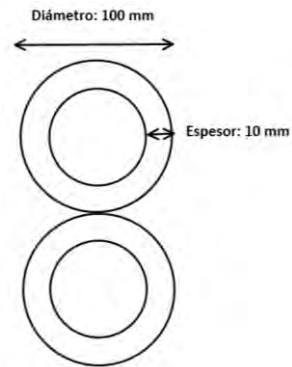
(3) Inercia: 1976 cm^4 .

(4) Deflexión Admisible: $Luz/240 = 3000/240 = 1.25 \text{ cm}$

(5) Deflexión Calculada: $\Delta = \frac{5 \cdot C \cdot L^4}{384 \cdot E_{0.5} \cdot I} = 0.69 \text{ cm}$

Figura 50

Sección de viga de entrepiso pre dimensionada



Predimensionamiento de columnas.

De la Figura 46, la columna a estudiar es del eje A entre los ejes 2, columna de altura de 2.75 m, que recibe directamente el peso del entrepiso, con un área tributaria de $1.5 \text{ m} \times 3 \text{ m}$, y carga viva de 200 kgf/cm^2 y carga muerta aproximada de 100 kgf/cm^2 . Seguiremos el criterio de columna fuerte y viga débil, al tener 3 culmos en vigas en columnas podemos trabajar con 4 culmos.

Datos:

- (1) Longitud: 2.75m, Diámetro Exterior: 100mm, Espesor: 10mm
- (2) Carga Muerta: 100 kgf/m^2
- (3) Carga Viva: 200 kgf/m^2
- (4) Área Tributaria: $1.5 \text{ m} \times 3.0 \text{ m} = 4.5 \text{ m}^2$

Cálculos:

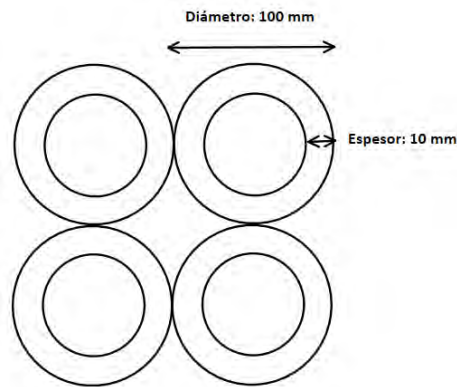
- (1) Combinación de cargas viva y muerta: $P1 = (100 + 200) \cdot 4.5 = 1350 \text{ kg}$
- (2) Combinación de cargas viva y muerta: $P2 = (100 + 50) \cdot 4.5 = 675 \text{ kg}$
- (3) Peso Total: 2025 kgf
- (4) Área: 112.4 cm^2 .

(5) Esfuerzo Actante: $2025 \text{ kgf}/112.4\text{cm}^2 = 18.01 \text{ kgf/cm}^2$

(6) Esfuerzo Admisible: 143.77 kgf/cm^2

Figura 51

Sección de columna pre dimensionada



Cargas.

Las cargas son fuerzas que resulten del peso de los materiales de construcción, y se considera el peso de todos accesorios de la edificación incluyendo tuberías, ductos, instalaciones eléctricas Reglamento Nacional de Edificaciones E.020 Cargas (RNE E.020, 2020).

Cargas muertas.

Peso de materiales incluidos su peso propio, además de accesorios, que se encuentran de forma permanente. Para las cargas de techo se tiene la cubierta que será de hoja de palma, torta de barro, esterilla de bambú, rejilla cubierta de bambú de 6 de diámetro y latilla de bambú de 10 mm x 30mm.

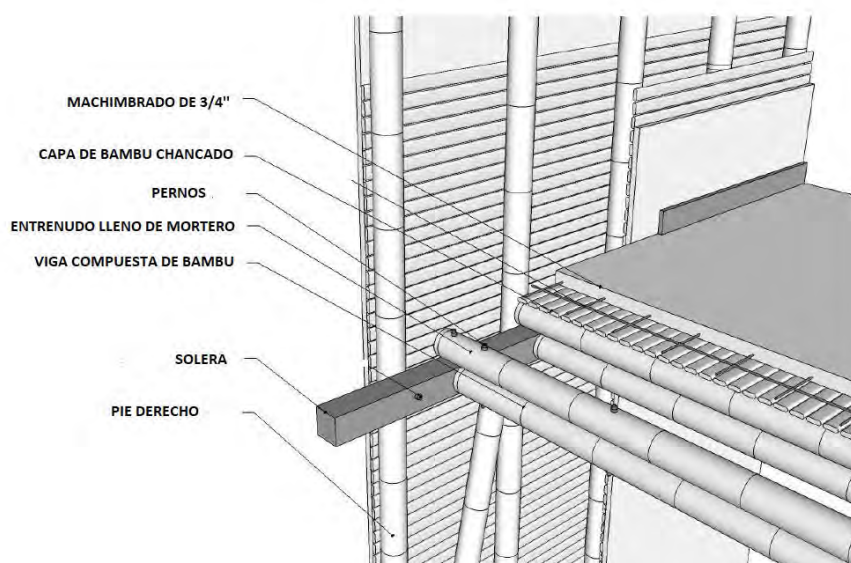
Figura 52*Detalle constructivo de los elementos de techo*

Nota: Adaptado de "Isométrico de Cubierta", por Jaime Peña Estudio, 2024, *Tierra Mulata*

Tabla 51*Metrado de cargas para el techo*

Material	Peso (kgf/m ³)	Cant/m ²	Espesor (m)	Densidad Lineal (kgf/m)	Peso (kgf/m ²)
Hoja de Palma	-	-	-	-	5.00
Torta de barro	1800	-	0.015	-	27.00
Esterilla de Bambú	664	-	0.005	-	3.32
Rejilla de Bambú	-	7	-	1.46	10.22
Esterilla de Bambú	664	-	0.005	-	3.32
Correas	-	4	-	1.46	5.84
Total					54.70

Para las cargas de entrepiso se cuenta con un machimbrado de madera de $\frac{3}{4}$ ", debajo de ella una capa de bambú chancado y como recubrimiento debajo del entrepiso se tiene una capa de esterilla de bambú.

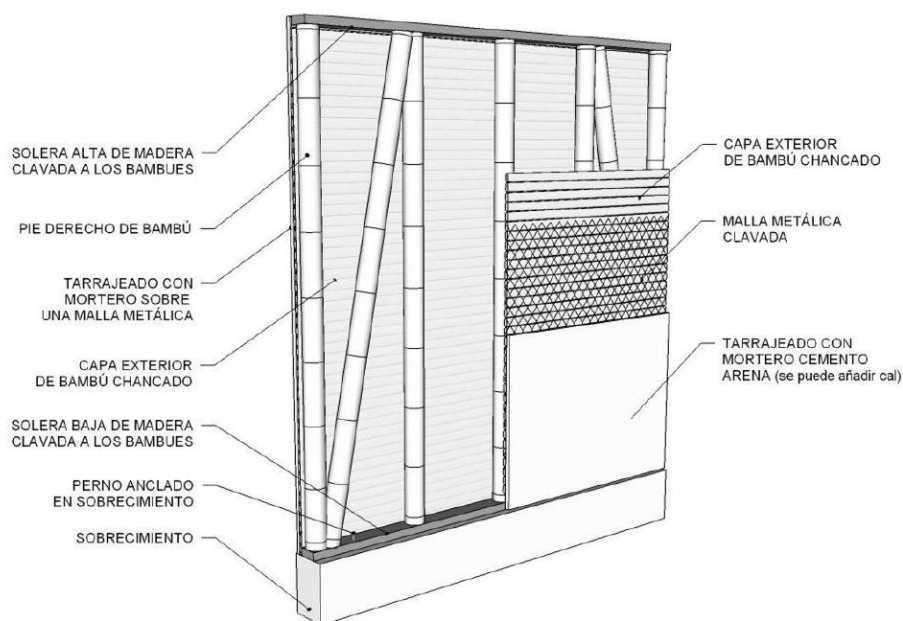
Figura 53*Detalle constructivo de elementos de entrepiso*

Nota: Adaptado de *Norma E.100 Bambú* (p. 29), por Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (www.gob.pe/sencico).

Tabla 52*Metrado de cargas para el entrepiso*

Material	Peso (kgf/m²)
Machimbrado de madera de 3/4"	20.00
Bambú chancado	10.00
Esterilla de Bambú	13.28
Viguetas	9.73
Total	53.01

Para las cargas de muros no resistentes, se consideran como muros de cerramiento y se componen de, bambú chancado, maya de tipo gallinero, pie derecho de bambú, bambú chancado siguiente lado y enlucido de yeso o cemento.

Figura 54*Detalle constructivo muro no portante*

Nota: De Norma E.100 Bambú (p. 26), por Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020,

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción

(www.gob.pe/sencico).

Tabla 53*Metrado de cargas para muros no portantes*

Material	Numero de lados	Longitud (m)	Peso Total (kgf/m ²)
Bambú rollizo	1	21.8	31.82
Bambú chancado	2	-	13.28
Enlucido de barro	2	-	20.00
Malla gallinero	2	-	0.60
Solera de madera	2	3	13.93
(1"x4"x300cm)			
Total			79.63

Según la Figura 53 la tabiquería viene a pesar 79.63 kgf/m² para una pared de 3m de ancho por 2.40 m de alto, lo que significa que se tiene 26.54 kgf/m la carga por metro lineal en los tabiques.

Cargas Vivas.

Suelen ser cargas no permanentes, pero que suelen estar, para ello se tendrá la carga viva de piso en viviendas correspondiente a 200 kgf/m², según la arquitectura no existiendo carga móvil o carga viva concentrada, sin embargo, se procede a determinar la carga viva de techo el cual determinara como 50 kgf/m², para techos con inclinación mayor a 3 grados hasta un mínimo de 50 kgf/cm².

Tabla 54

Metrado de cargas vivas

Tipo de Carga	Peso (kgf/m²)
Carga viva de entrepiso	200.00
Carga viva de techo	50.00
Total	250.00

Nota: De Norma E.020 Cargas (p. 12), por Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020,

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción

(www.gob.pe/sencico).

Carga de viento.

En este acápite se describe los procedimientos necesarios para determinar las fuerzas ejercidas por el viento, se determinará las fuerzas por presión y succión.

Como primer criterio se determinará la velocidad de diseño, donde la velocidad de diseño hasta 10 metros de altura será de 65 km/h y la altura de la edificación será de 7.00 m, y donde aplicando la siguiente relación se obtiene como velocidad de diseño es de 60.09 km/h, sin embargo, el Reglamento Nacional de Edificaciones MVCS (2020), sugiere como velocidad mínima el uso de 75 km/h donde se corrige la velocidad de diseño a **69.33 km/h**.

$$V_h = V \left(\frac{h}{10} \right)^{0.22} \quad \dots \text{Ecuacion(43)}$$

Donde:

V_h : Velocidad de diseño en km/h

V : Velocidad de diseño hasta 10 metros de altura en km/h

h : Altura de la edificación en metros

Dentro de la clasificación de edificación se considera del tipo 3, por poseer cubiertas colgantes en su techo.

Para el cálculo de la carga exterior de viento (presión o succión) se calculará con la siguiente expresión.

$$P_h = 0.005 \cdot C \cdot V_h^2 \quad \dots \text{Ecuacion(44)}$$

Donde:

P_h : Presión o succión del viento a una altura h en kg/m^2

C : Factor de forma adimensional

V_h : Velocidad de diseño a la altura h , en km/h

Donde aplicando la Ecuación 44 se obtiene las presiones en distintas superficies.

(1) Dirección del viento en "X", el ángulo del techo es de 45 grados.

Tabla 55

Calculo de presiones de viento en el eje "X"

Superficie	Coeficiente de presión	Estructura cerrada	Efecto combinado	Presiones (kg/m^2)
C1	-0.8	± 0.3	+1.1	+30.9
C2	-0.6	± 0.3	-0.9	-25.3
C3	-0.6	± 0.3	-0.9	-25.3
C4	+0.7	± 0.3	+1.0	+28.1
C5	-0.6	± 0.3	-0.9	-25.3

Figura 55*Dirección del viento "X"*

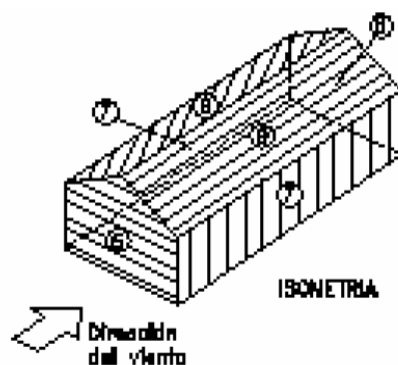
Nota: De Diseño estructural en acero (p. 33), por Universidad Nacional de Tumbes, 1997

(2) Dirección del viento en "Y"

Tabla 56

Calculo de presiones de viento en el eje "Y"

Superficie	Coeficiente de presión	Estructura cerrada	Efecto combinado	Presiones (kg/m ²)
C6	+0.8	±0.3	+1.1	+30.9
C7	-0.6	±0.3	-0.3	-8.4
C8	-0.6	±0.3	-0.3	-8.4
C9	-0.6	±0.3	-0.3	-8.4

Figura 56*Dirección del viento "Y"*

Nota: De Diseño estructural en acero (p. 34), por Universidad Nacional de Tumbes, 1997

Diseño Sísmico.

Como primer paso se requiere los *parámetros sismorresistentes*, para el diseño sísmico se tomará en consideración la Norma E.030 Diseño sismorresistente del reglamento nacional de edificaciones, cuyos procedimientos se pueden realizar mediante un análisis Estático y un análisis Dinámico modal espectral.

Modelo matemático en Etabs V.21

El modelo matemático tendrá un orden de avance para poder obtener los resultados más confiables posibles.

(1) Configuración de unidades e ingreso del tipo de material.

Como primer paso en el modelamiento elegimos las unidades del sistema internacional (SI), y continuamos con la definición del material. Donde se clasificará a la propiedad del material como ortotropico, pero para los efectos de análisis se designará isotrópico, seguido de la densidad que equivale a 664.64 kg/m^3 , módulo de poisson a 0.36 según (Luna et al., 2014) y módulo de elasticidad de 138723 kgf/cm^2 , el obtenido por flexión. Como se aprecia en la Figura 57 se realiza la definición del material.

Figura 57

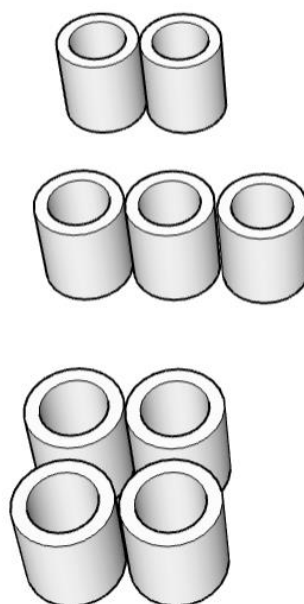
Definición del material en Etabs

(2) Ingresar la geometría.

Para la designación de geometría optaremos por tres tipos de elementos compuestos por secciones un culmo utilizados como diagonales, correas y columnas, dos culmos utilizados como viga, vigueta y cuerda superior y 4 culmos utilizado como viga principal y columnas como se aprecia en la Figura 58, para el análisis estructural tomaremos en cuenta los efectos de sección compuesta en vigas o columnas que contengan más de 2 culmos o más, como se indica en el Reglamento Nacional de Edificaciones E.100 Bambú, sin embargo para el diseño estructural se despreciara el efecto de sección compuesta.

Figura 58

Sección compuesta para elementos estructurales



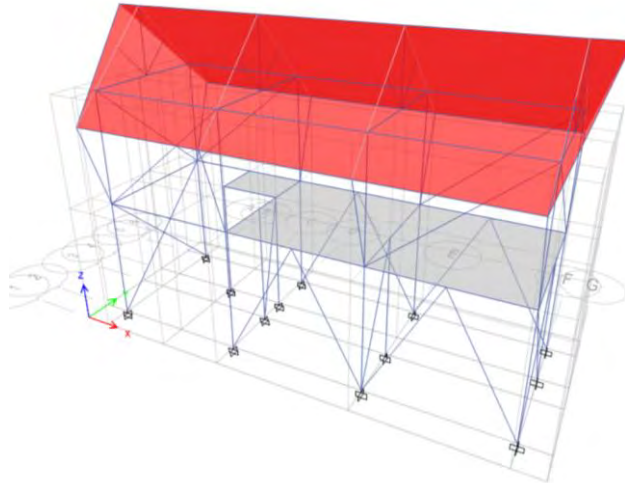
Nota: La figura muestra las secciones

Para el caso de losa de entrepiso se definirá como machimbrado de madera $\frac{3}{4}$ " espesor y estará soportado por viguetas de bambú, estas viguetas van a transferir las cargas al contorno sin deformación alguna, lo que sugiere la utilización de losa del tipo membrana para el análisis estructural. Para el techo se trabajará de la misma manera donde la transferencia de carga será directa de las correas a los tijerales, las correas al igual que las viguetas del entrepiso se diseñarán en por separado según las cargas

impuestas y área tributaria propuesta. El modelo preliminar se puede apreciar en la Figura 59.

Figura 59

Modelado preliminar

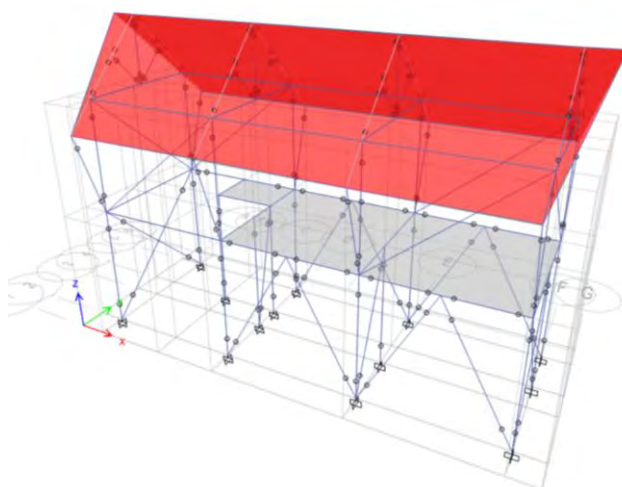


(3) Colocación Releases

El tipo de apoyo en la base será empotrado y las conexiones entre vigas y columnas será articulado completamente, aplicaremos el comando releases con que libera de momentos los pórticos. Según MinVivienda (2017), todas las uniones de la estructura se van a considerar del tipo articulado, sin considerar la transmisión de efectos de momento entre los elementos. En la Figura 60 se aprecia releases en los elementos.

Figura 60

Aplicación de Releases en elementos Frame



(4) Tipos de carga y aplicación de carga.

Clasificaremos las cargas en muertas y vivas según los obtenidos del metrado de cargas. Las cargas muertas provienen del metrado de cargas, las cargas vivas del reglamento nacional de edificaciones y la carga de viento de su metrado.

Tabla 57

Cargas Muertas y Vivas

Cargas Muertas		Cargas Vivas	
Carga de Techo	58.48 kgf/m ²	Carga Techo	50.0 kgf/m ²
Carga Entrepiso	53.01 kgf/m ²	Carga Entrepiso	200.0 kgf/m ²
Carga Tabiquería	26.54 kgf/m		

(5) Combinación de cargas.

Se utilizará las combinaciones de carga para diseño por Esfuerzos Admisibles (ASD) como lo indica Reglamento Nacional de Edificaciones E.020 donde se tendrá las siguientes combinaciones. Las combinaciones se aprecian en la Tabla 58.

Tabla 58*Combinaciones de Carga*

Combo	Combinación de Carga
1	Muerta
2	Muerta + Viva
3	Muerta + (Viento o 0.7 Sismo)
4	0.75(Muerta + Viva+(Viento o 0.7 Sismo))

Nota: De Norma E.020 Cargas (p. 23), por Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020,
 Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción
 (www.gob.pe/sencico).

Análisis Estático.

(1) Factor de Zonificación “Z”, según la E.030 y para nuestro proyecto será de $Z = 0.25$

Figura 61*Zonas Sísmicas*

Nota: De Norma E.100 Bambú (p. 51), por Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020,
 Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción
 (www.gob.pe/sencico).

Tabla 59*Factores de Zona Sísmica (Z)*

Factores de Zona (Z)	
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Nota: De Norma E.030 Diseño Sismorresistente (p. 13), por Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (www.gob.pe/sencico).

(2) Factor de Uso “U”, será de categoría A3 y su valor será de $U=1.0$

Tabla 60*Factor de Uso (U)*

Factor de Uso (U)		
Categoría	Descripción	Factor (U)
A	Establecimientos de salud y edificaciones esenciales	1.5
B	Edificaciones donde se reúnen cantidad de personas	1.3
C	Edificaciones comunes como viviendas, hoteles y oficinas	1.0
D	Construcciones provisionales	-

Nota: Adaptado de Norma E.030 Diseño Sismorresistente (p. 18), por Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (www.gob.pe/sencico).

(3) Factor de Suelo “S”, este valor dependerá de la zona y del perfil de suelo para su clasificación, donde el perfil de suelo es Suelo Intermedio S2, sus periodos son $T_p=0.6$ y $T_L=2.0$, y para finalizar el factor suelo es $S=1.2$

Tabla 61*Factor de Suelo (S)*

Factor de Suelo (S)				
Zona	S0(Roca dura)	S1(Roca)	S2(Suelo Intermedio)	S3(Suelo Blando)
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Nota: Adaptado de *Norma E.030 Diseño Sismorresistente* (p. 16), por Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (www.gob.pe/sencico).

Tabla 62*Periodos (T_p) y (T_L)*

Periodos (T_p) y (T_L)				
	Perfil de Suelo			
	S0	S1	S2	S3
T_p (S)	0.3	0.4	0.6	1.0
T_L (S)	3.0	2.5	2.0	1.6

Nota: Adaptado de *Norma E.030 Diseño Sismorresistente* (p. 16), por Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (www.gob.pe/sencico).

- (4) Factor de Coeficiente Básico de Reducción " R_o ", para un sistema aporticado de bambú se trabajará con $R_o=2.0$, según (MinVivienda, 2017)

Para el sistema estructural en el eje X, verificando la $I_a = 1$ y $I_p = 1$

Para el sistema estructural en el eje Y, verificando la $I_a = 1$ y $I_p = 1$

- (5) Factor de Coeficiente de Reducción de fuerzas sísmicas " R ", será el producto de coeficiente de reducción básica, Irregularidad en altura y planta.

$$R_x = R_o \cdot I_p \cdot I_a = 2 \quad \dots \text{Ecuacion(45)}$$

$$R_y = R_o \cdot I_p \cdot I_a = 2 \quad \dots \text{Ecuacion(46)}$$

(6) Factor de Amplificación Sísmica (C)

Donde el cálculo del periodo fundamental de vibración es para cada dirección y está determinado con la siguiente expresión.

$$T = \frac{H_n}{C_t} \quad \dots \text{Ecuacion(47)}$$

Para una altura de 6.80 metros y un C_t de 45 (Pórticos de acero con arriostramiento), se tiene el Periodo en el eje X de 0.15 y Periodo en el eje Y de 0.15.

Continuando con el factor de amplificación sísmica con $C(X) = 2.50$ y $C(Y) = 2.50$

(7) Factor de fuerza sísmica $CS(X)$ y $CS(Y)$, para cada eje, es de la relación.

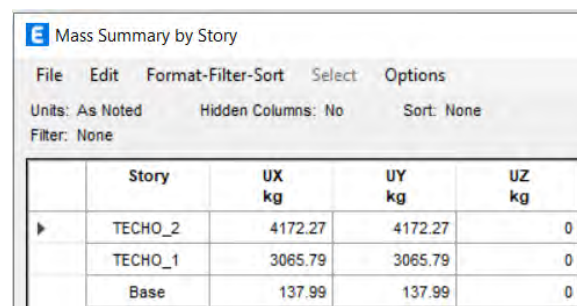
$$CS(X, Y) = \frac{Z * U * C * S}{R} \quad \dots \text{Ecuacion(48)}$$

Para el eje X, se tiene $CS(X) = 0.375$ y para el eje Y se tiene $CS(Y) = 0.375$, estos coeficientes se ingresarán a Etabs para sus análisis Estático, y obtener el cortante basal y su control de derivas.

(8) Peso Sísmico, siendo el peso total de la carga permanente y un porcentaje de la carga viva, para este caso por ser edificación de categoría C, se tomará el 25% de la carga viva. Siendo el peso sísmico 7237.9 kg.

Figura 62

Peso Sísmico



Story	UX kg	UY kg	UZ kg
TECHO_2	4172.27	4172.27	0
TECHO_1	3065.79	3065.79	0
Base	137.99	137.99	0

(9) El cortante Basal para el eje X es 2714.2 kg y para el eje Y es 2714.2 kg, será tomado de la Figura 63.

Figura 63*Cortante Basal análisis Estático*

Is	Y Dir?	Y Dir Plus Ecc?	Y Dir Minus Ecc?	Ecc Ratio	Top Story	Bottom Story	C	K	Weight Used tonf	Base Shear kgf
▶	No	No	No	0.05	TECHO_2	Base	0.375	1	7.23806	2714.2719
	No	No	No	0.05	TECHO_2	Base	0.375	1	7.23806	2714.2719
	No	No	Yes	0.05	TECHO_2	Base	0.375	1	7.23806	2714.2719
	No	Yes	No	0.05	TECHO_2	Base	0.375	1	7.23806	2714.2719

(10) Control de derivas, se realiza la verificación para cada eje y con el análisis sísmico estático, la obtención de los desplazamientos en el eje “X” y “Y”, mediante el software Etabs como se aprecia en la Figura 64. En la Tabla 63 y Tabla 64 se calcula las derivas inelásticas para compararlas con los límites que ofrece la E.030 Diseño Sismorresistente. La Figura 65 muestra que los desplazamientos inelásticos en el eje “X” y “Y” no superan a los admisibles.

Figura 64*Obtención de derivas para el eje "X" y "Y"*

Story	Elevation m	Location	X-Dir mm	Y-Dir mm	X-Dir Min mm	Y-Dir Min mm
TECHO_2	5.24	Top	7.651	0.128	7.65	-0.023
TECHO_1	2.75	Top	1.303	0.12	1.24	-0.002
Base	0	Top	0	0	0	0

Nota: Las derivas se obtienen para Techo_1 y Techo_2

Tabla 63*Verificación de Derivas eje X*

Control de Derivas para el Eje (X)					
Nivel	Altura (m)	X(Dir) mm	Deriva. Elástica	Deriva. Inelástica	Limite Deriva (E.030)
Techo_2	2.49	7.65	0.00255	0.0038	0.01
Techo_1	2.75	1.30	0.00047	0.0007	0.01
Base	0	0	0	0	0.01

Tabla 64*Verificación de Derivas eje Y*

Control de Derivas para el Eje (Y)					
Nivel	Altura (m)	Y(Dir) mm	Deriva. Elástica	Deriva. Inelástica	Limite Deriva (E.030)
Techo_2	2.49	5.11	0.00099	0.0015	0.01
Techo_1	2.75	2.65	0.00096	0.0014	0.01
Base	0	0	0	0	0.01

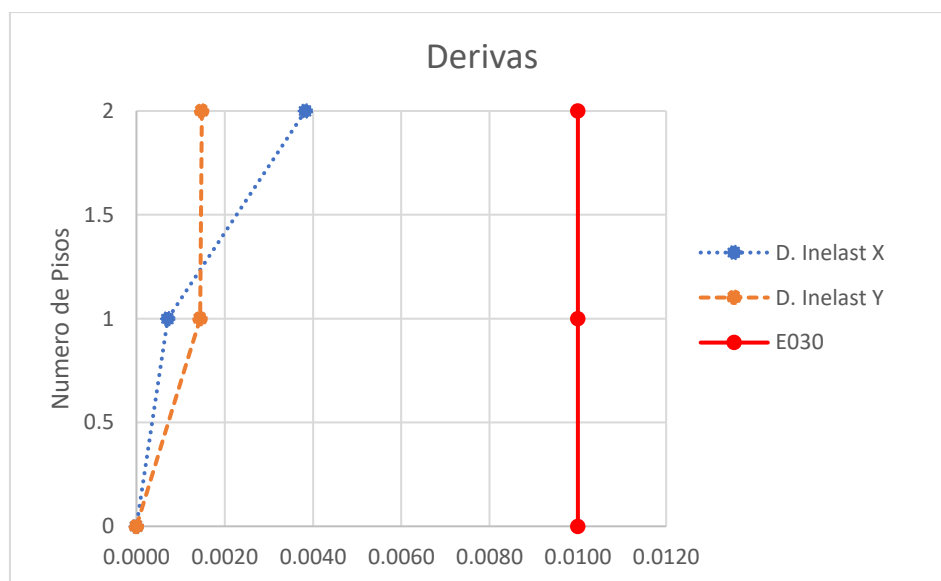
Figura 65*Grafica de las Derivas Vs Desplazamiento Admisible*

Tabla 65*Parámetros Sísmicos*

Parámetro	Descripción	Símbolo	Valor
Factor Zona	Zona 2	Z	0.25
Factor Suelo	Suelo muy rígido	S	1.20
Factor Amplificación Sísmica	-	C	2.50
Categoría de Edificación	Edificación Común	U	1.00
Coeficiente de Reducción en X	Sistema Aporticado	Rox	2.0*
Coeficiente de Reducción en Y	Sistema Aporticado	Roy	2.0*

*. El Factor de reducción será el utilizado para bambú según MinVivienda (2017)

Análisis Dinámico Modal Espectral.

(1) Modos de vibración, se consideran en cada sentido la suma de masas efectivas por lo menos el 90% dentro de los tres primeros modos de vibración.

Figura 66*Masa Participativa*

	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
▶	Modal_Eigen	1	0.233	0.3775	0.0003	0	0.3775	0.0003	0	0.0001
	Modal_Eigen	2	0.225	0.0008	9.011E-06	0	0.3783	0.0003	0	7.997E-06
	Modal_Eigen	3	0.201	0.1003	0.0026	0	0.4786	0.0029	0	0.0003
	Modal_Eigen	4	0.193	0.0012	0.8446	0	0.4798	0.8474	0	0.1048
	Modal_Eigen	5	0.193	0.0007	0.0684	0	0.4804	0.9158	0	0.0089
	Modal_Eigen	6	0.128	0.0018	0.0355	0	0.4822	0.9513	0	0.2868
	Modal_Eigen	7	0.116	0.0001	0.0198	0	0.4823	0.9712	0	0.4207
	Modal_Eigen	8	0.097	0.4827	2.16E-05	0	0.965	0.9712	0	0.0008
	Modal_Eigen	9	0.051	0.0004	0.0213	0	0.9654	0.9925	0	0.1386
	Modal_Eigen	10	0.044	0.0344	0.0001	0	0.9998	0.9926	0	0.0017
	Modal_Eigen	11	0.029	3.758E-06	0.0002	0	0.9998	0.9926	0	0.0009
	Modal_Eigen	12	0.028	0.0001	2.089E-05	0	1	0.9928	0	0.0001

Nota: Se puede apreciar que para el eje X la masa participativa excede el 90% en el cuarto modo, y para el eje Y la masa participativa excede el 90% para el segundo modo.

(2) Cortante basal dinámico, para el eje X es de 1754.8 kgf y para el eje Y es de 2495.3 kgf, obtenidos de la Figura 67.

Figura 67

Cortante Basal Dinámico para el eje "X" y "Y"

Story	Elevation m	Location	X-Dir kgf	Y-Dir kgf
TECHO_2	5.24	Top	1192.8114	45.8743
		Bottom	1184.8489	43.2594
TECHO_1	2.75	Top	1754.8557	51.81
		Bottom	1754.8557	51.81
Base	0	Top	0	0
		Bottom	0	0

Story	Elevation m	Location	X-Dir kgf	Y-Dir kgf
TECHO_2	5.24	Top	76.8085	1902.468
		Bottom	44.5949	1786.9722
TECHO_1	2.75	Top	51.81	2495.3781
		Bottom	51.81	2495.3781
Base	0	Top	0	0
		Bottom	0	0

(3) Escalado con respecto al sismo Estático, la fuerza cortante en el primer entrepiso no puede ser menor al 80% del valor calculado para estructuras regulares. La Figura 67 muestra el cortante basal dinámico en los dos ejes. De la Tabla 66 se aprecia que para el eje "X" se va requerir un escalamiento por un facto de 1.2379.

Tabla 66

Verificación de Cortante Mínima

Factor de Escala X		Factor de Escala (Y)	
Cortante Estático	2714 kgf	Cortante Estático	2714 kgf
Cortante Dinámico	1754 kgf	Cortante Dinámico	2495 kgf
80%	2171 kgf	80%	2171 kgf
Escala	1.2379f	Escala	0.8702

(4) Control de Derivas, la Figura 68 muestra las derivas para los ejes "X" y "Y". En la Tabla 67 y Tabla 68 se calcula las derivas inelásticas para compararlas con los límites que ofrece la E.030 Diseño Sismorresistente. La Figura 69 muestra que los desplazamientos inelásticos en el eje "X" y "Y" no superan a los admisibles.

Figura 68*Obtención de Derivas eje "X" y "Y"*

Story	Elevation m	Location	X-Dir mm	Y-Dir mm
TECHO_2	5.24	Top	7.199	0.261
TECHO_1	2.75	Top	0.841	0.208
Base	0	Top	0	0

Story	Elevation m	Location	X-Dir mm	Y-Dir mm
TECHO_2	5.24	Top	0.428	4.83
TECHO_1	2.75	Top	0.243	2.579
Base	0	Top	0	0

*Nota: Las derivas se obtienen para Techo_1 y Techo_2***Tabla 67***Verificación de Derivas eje X*

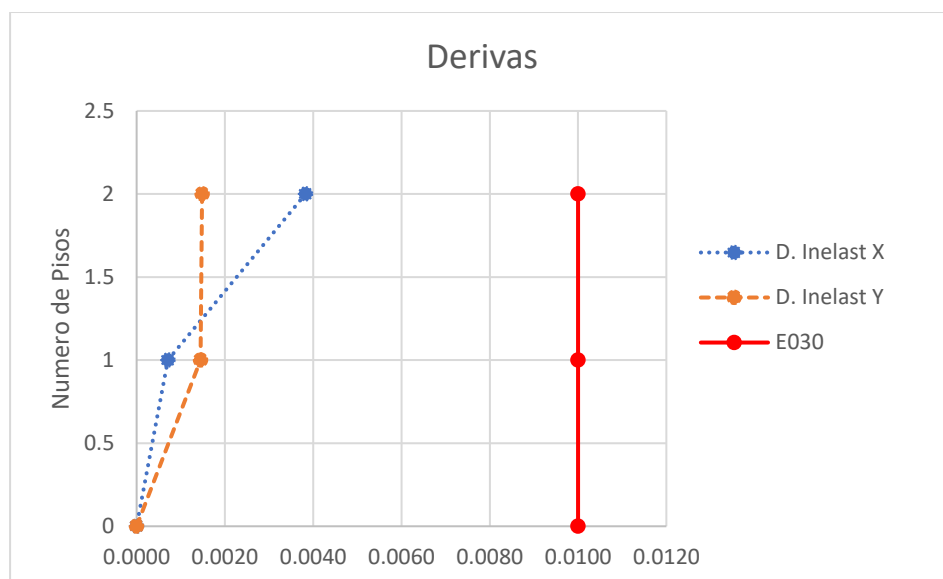
Control de Derivas para el Eje (X)					
Nivel	Altura (m)	X(Dir) mm	Deriva. Elástica	Deriva. Inelástica	Limite Deriva (E.030)
Techo_2	2.49	7.19	0.002553	0.0038	0.01
Techo_1	2.75	0.84	0.000305	0.0005	0.01
Base	0	0	0	0	0.01

Tabla 68*Verificación de Derivas eje Y*

Control de Derivas para el Eje (Y)					
Nivel	Altura (m)	Y(Dir) mm	Deriva. Elástica	Deriva. Inelástica	Limite Deriva (E.030)
Techo_2	2.49	4.83	0.00091	0.0014	0.01
Techo_1	2.75	2.57	0.00093	0.0014	0.01
Base	0	0	0	0	0.01

Figura 69

Grafica de las Derivas VS Desplazamiento Admisible



Verificación de Irregularidades en Altura

(1) Irregularidad de Rigidez-Piso Blando, esta irregularidad existe cuando en cualquiera de las direcciones en un entrepiso la rigidez lateral es menor que el 70% de la rigidez del piso inmediato superior.

Figura 70

Rigidez en el sentido "X" y "Y"

Story Response						Story Response					
	Story	Elevation m	Location	X-Dir tonf/mm	Y-Dir tonf/mm		Story	Elevation m	Location	X-Dir tonf/mm	Y-Dir tonf/mm
▶	TECHO_2	5.24	Top	2.10023	0	▶	TECHO_2	5.24	Top	0	0.81638
	TECHO_1	2.75	Top	2.19654	0		TECHO_1	2.75	Top	0	1.33227
	Base	0	Top	0	0		Base	0	Top	0	0

Tabla 69

Verificación de rigidez en "X" y "Y"

Piso	Rigidez "X" (tonf/mm)	Verificación (Ratio 0.7)	Rigidez "Y" (tonf/mm)	Verificación (Ratio 0.7)
2	2.100		0.816	
1	2.196	1.04	1.332	1.64

Nota: En la dirección “X” se tiene un 1.04 que es mayor a 0.7 y para la dirección “Y” se tiene un 1.64 que es mayor a 0.7

(2) Irregularidad de Rigidez-Piso Débil, en este caso se cuenta con la misma sección de columna para ambos niveles lo que implica que no existe irregularidad.

(3) Irregularidad de Extrema Rigidez, teniendo en consideración los resultados de la tabla 72, no se cuenta con irregularidad de este tipo.

(4) Irregularidad de Masa o Peso, cuando el peso de un piso determinado es mayor a 1.5 veces el peso del piso adyacente. De la Figura 71 se obtiene el piso 1 entre el piso 2 una relación de 0.73, y el piso 2 entre el piso 2 una relación de 1.36, ambas menores el 1.5 mínimo establecido.

Figura 71

Masa por piso

Mass Summary by Story				
File Edit Format-Filter-Sort Select Options				
Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None				
Filter: None				
	Story	UX kg	UY kg	UZ kg
▶	TECHO_2	4172.27	4172.27	0
	TECHO_1	3065.79	3065.79	0
	Base	137.99	137.99	0

(5) Irregularidad de Geometría vertical, no presenta la edificación.

Verificación de Irregularidades en Planta

(1) Irregularidad Torsional, este se constituye cuando el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, considerando su excentricidad es mayor a 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso, y la deriva máxima no deberá exceder el 50% de la deriva admisible. Para ello evaluaremos al máximo desplazamiento.

Tabla 70*Verificación de Irregularidad Torsional en "X"*

Piso	Altura (m)	Ext. 1 (mm)	Extr. 2 (mm)	Extr. 3 (mm)	Extr. 4 (mm)	Deriva Prom.	Ratio (50%Der.Ad)	Ratio (<1.3)
2	2.49	1.35	1.35	1.34	1.34	0.0003	3.8%	1.00
1	2.75	0.82	0.84	0.78	0.78	0.0034	4.8%	1.05

Nota: En los entrepisos 1 y 2, la deriva máxima en relación a la permisible no supera el 50%, y la deriva máxima en relación al promedio de los otros tres extremos no supera 1.3.

Tabla 71*Verificación de Irregularidad Torsional en "Y"*

Piso	Altura (m)	Ext. 1 (mm)	Extr. 2 (mm)	Extr. 3 (mm)	Extr. 4 (mm)	Deriva Prom.	Ratio (50%Der.Ad)	Ratio (<1.3)
2	2.49	3.71	3.53	4.33	4.51	0.0016	16.2%	1.16
1	2.75	1.34	0.84	0.78	0.78	0.0014	14.1%	1.43

Nota: En los entrepisos 2, la deriva máxima en relación a la permisible no supera el 50%, y la deriva máxima en relación al promedio de los otros tres extremos no supera 1.3, entrepisos 1, la deriva máxima en relación a la permisible no supera el 50%, y la deriva máxima en relación al promedio de los otros tres extremos si supera 1.3, sin embargo, uno de los criterios no cumple, por lo tanto, no se considera irregularidad torsional.

(2) Irregularidad Torsional Extrema, este se constituye cuando el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, considerando su excentricidad es mayor a 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso, y la deriva máxima no deberá exceder el 50% de la deriva admisible. Para ello evaluaremos al máximo desplazamiento. De la primera verificación se puede concluir que no cuenta con este tipo de irregularidad.

(3) Irregularidad Esquina Entrante, no se presenta este tipo de irregularidad.

(4) Irregularidad Discontinuidad de Diafragma, no se presenta este tipo de irregularidad.

(5) Irregularidad Sistema no paralelo, no se presenta este tipo de irregularidad.

Tabla 72

Irregularidades en Altura

Irregularidades estructurales en Altura	Condición
Irregularidad de rigidez – piso blando	No presenta
Irregularidad extrema de rigidez - resistencia	No presenta
Irregularidad de Masa o Peso	No presenta
Irregularidad geometría vertical	No presenta
Discontinuidad en los sistemas resistentes	No presenta

Tabla 73

Irregularidades en Planta

Irregularidades estructurales en Planta	Condición
Irregularidad torsional	No presenta
Irregularidad torsional extrema	No presenta
Esquina entrante	No presenta
Discontinuidad de Diafragma	No presenta
Sistemas no Paralelos	No presenta

En la Tabla 72 y Tabla 73 se presenta si existe irregularidades en altura y planta para el modelo, lo que asevera que no se evidencia irregularidades.

4.3.3. Diseño de elementos estructurales

Consecuentemente se procede a afectar los valores de esfuerzo admisibles por coeficientes de modificación a razón de duración de carga, esbeltez, y cualquier otra modificatoria (MVCS, 2020).

$$F'_i = F_i C_D C_L C_r \quad \dots \text{Ecuacion(49)}$$

Donde:

F'_i : Esfuerzo admisible modificado para la solicitación i

F_i : Esfuerzo admisible en la solicitación i .

C_D : Coeficiente de modificación por duración de carga (0.9 para carga permanente y 1.0 para carga viva)

C_L : Coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.

C_r : Coeficiente de modificación por redistribución de cargas, acción conjunta.

Para el diseño estructural se tendrá en consideración los esfuerzos admisibles modificados. En el diseño de vigas se utilizará el módulo de elasticidad por resistencia a flexión ($E_{0.5}$) y módulo de inercia (I) obtenido de la suma aritmética de los culmos, y para el diseño de columnas se utilizará el módulo de elasticidad por resistencia a compresión paralela a la fibra ($E_{0.05}$) y módulo de inercia (I) obtenido de la suma aritmética de los culmos. Las secciones de los culmos se asignarán a una geometría de 100 mm de diámetro exterior y 10 mm de espesor, una geometría menor a su par la *Guadua Angustifolia*, pero característica de esta especie.

Diseño de Columnas.

Para el diseño de las columnas se describe para cada elemento con sus respectivos combos. El diseño para la columna C20, donde se tiene el combo 3 con mayor influencia de cargas.

Tabla 74

Carga axial y momentos para la columna C20

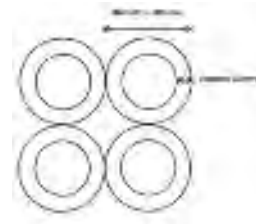
Combo	Carga Axial (P) (kgf)	Momento (M3) (kgf.m)	Momento (M2) (kgf.m)	Diseño
C1	-650	-	-	Cumple
C2	-1091	-	-	Cumple
C3	-752	-74.5	+20	Cumple
C4	-895	-56	+15	Cumple

Diseño de Columna

Datos de entrada.

Propiedades Geometricas de la seccion

$D_e =$	10	cm	Diametro Exterior
$t =$	1	cm	Espesor de pared de culmo
$n =$	4		Numero de culmos
$D_i =$	8.0	cm	Diametro Interior
$A =$	113.1	cm²	Area de la seccion
$I =$	1159.2	cm⁴	Inercia de la seccion



Propiedades Mecanicas de los Materiales

$F_c =$	143.77	kgf/cm²	Esfuerzo admisible a compresion
$F_b =$	90.77	kgf/cm²	Esfuerzo admisible a flexion
$E_{0.05} =$	27074	kgf/cm²	Modulo de elasticidad en compresion 5to percentil
$E_{0.5} =$	58715	kgf/cm²	Modulo de elasticidad en compresion promedio

Diseño de elementos sometidos a Flexo-Compresion

Elementos sometidos a compresion Axial

Calculo de la Longitud Efectiva.

$L_u =$	4.26	m	Longitud No Soportada	$K =$	1.0	m	Coef. Long. Efectiva
$L_e =$	4.26	m	Longitud Efectiva				

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * I * E_{0.05}}{l_e^2} \quad \text{Calculo de Carga Critica de Euler:}$$

$$N_{cr} = \mathbf{1707 \text{ kgf}}$$

$$N_a = \mathbf{752 \text{ kgf}} \quad \text{Carga de Compresion Actuante}$$

$$K_m = \frac{1}{\left(1 - 1.5 * \frac{N_a}{N_{cr}}\right)} \quad \text{Coeficiente de magnificacion de momentos}$$

$$K_m = \mathbf{2.95}$$

$$f_c = \frac{N_a}{A} \quad \text{Esfuerzo a compresion Actuante}$$

$$f_c = \mathbf{6.65 \text{ kgf/cm}^2}$$

Factores de Flexion

$$S = \frac{2 * \pi * (5D_e^4 - 4D_e^2(D_e - 2t)^2 - (D_e - 2t)^4)}{32D_e} \quad \text{Modulo de Seccion}$$

$$S = \mathbf{398.7 \text{ cm}^3}$$

$$M_a = \mathbf{74.70 \text{ kgf.m}} \quad \text{Momento Actuante}$$

$$f_b = \frac{M_a}{S} \quad \text{Esfuerzo a Flexion Actuante}$$

$$f_b = \mathbf{18.74 \text{ kgf/cm}^2}$$

Calculo de Esfuerzo Admisible a Compresion y Flexion Modificado

$C_d =$	0.9	Coef. Por modif. Carga Permanente
$C_L =$	1.0	Coef. Por modif. Estab Lateral $d/b=1$
$C_r =$	1.0	Coef. Por modif. Redist. de Cargas Columnas
$F_c =$	143.77 kgf/cm²	Esfuerzo admisible a compresion
$F_b =$	90.77 kgf/cm²	
$F'_c = C_D \cdot C_L \cdot C_r \cdot F_c$		
$F'_c =$	129.4 kgf/cm²	Esfuerzo admisible a compresion Modificado.
$F'_b =$	81.7 kgf/cm²	Esfuerzo admisible a flexion Modificado.

**Verificacion:**

$$\frac{f_c}{F'_c} + \frac{K_m f_b}{F'_b} < 1 \quad \quad \quad \mathbf{0.73} < \mathbf{1.0} \quad \text{Cumple!}$$

Diseño de Vigas.

Para el diseño de las vigas se describe para cada elemento con sus respectivos combos. El diseño para la columna B26, donde se tiene el combo 2 con mayor influencia de cargas.

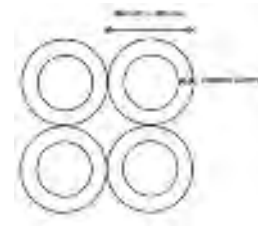
Tabla 75

Cortante y momentos para la viga B26

Combo	Cortante (V) (kgf)	Momento (M3) (kgf.m)	Momento (M2) (kgf.m)	Diseño
C1	-56	24.7	-	Cumple
C2	-206	90.0	-	Cumple
C3	-55	24.7	-	Cumple
C4	-157	67.5	-	Cumple

Diseño de Viga**Datos de entrada.****Propiedades Geometricas de la seccion**

$D_e =$	10	cm	Diametro Exterior
$t =$	1	cm	Espesor de pared de culmo
$n =$	4		Numero de culmos
$D_i =$	8.0	cm	Diametro Interior
$A =$	113.1	cm²	Area de la seccion
$I =$	1159.2	cm⁴	Inercia de la seccion

**Propiedades Mecanicas de los Materiales**

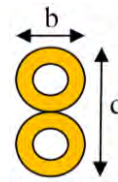
$F_b =$	90.77	kgf/cm²	Esfuerzo admisible a flexion
$E_{0.05} =$	93739	kgf/cm²	Modulo de elasticidad en flexion 5to percentil
$E_{0.5} =$	138723	kgf/cm²	Modulo de elasticidad en flexion promedio

Diseño de elementos a flexion.**Verificacion del efecto de Deflexion**

$L_d =$	1.5	m	Longitud No Soportada	$M =$	90.0	kgf.m	Momento Maximo
$C_{dl} =$	320	kgf/m	Carga Distribuida	$\Delta 1 =$	$\frac{5 \cdot C_{DL} \cdot L_D^4}{384 \cdot E_{0.5} \cdot I}$		Deflexion Admisible
$\Delta 2 =$	$\frac{L_D}{240}$		Deflexion en viga	$\Delta 1 =$	0.63	cm	Deflexion Admisible
$\Delta 2 =$	0.13	cm	Deflexion en viga	$\Delta 1 > \Delta 2$			Cumple!

Verificacion efecto de Flexion

$C_d =$	0.9		Coef. Por modif. Carga Permanente
$C_L =$	1.0		Coef. Por modif. Estab Lateral $d/b=1$
$C_r =$	1.0		Coef. Por modif. Redist. de Cargas Columnas
$F_b =$	90.77	kgf/cm²	Esfuerzo admisible a flexion
$F'_b = C_D \cdot C_L \cdot C_r \cdot F_b$			
$F'_b =$	81.7	kgf/cm²	Esfuerzo admisible a flexion Modificado.



$$S = \frac{2 \cdot \pi \cdot (5D_e^4 - 4D_e^2(D_e - 2t)^2 - (D_e - 2t)^4)}{32D_e} \quad \text{Modulo de Seccion}$$

$$S = \mathbf{398.7 \quad cm^3}$$

$f_b = \frac{M}{S}$		Esfuerzo a flexion Actuante	$DC = \frac{f_b}{F'_b}$	Demanda Capac.
$f_b =$	22.58	Esfuerzo a flexion Actuante	$DC =$	27.6 % Demanda Capac.

Verificar el efecto de Cortante

$V =$	206	kg	Fuerza cortante en la Seccion
$F'_v =$	10.29	kgf/cm²	Esfuerzo Admisible Corte Modificado
$f_v = \frac{2V}{3A} \left(\frac{3D_e - 4D_e t + 4t^2}{D_e^2 - 2D_e t + 2t^2} \right)$			Esfuerzo Cortante en la seccion
$f_v =$	3.91	kgf/cm²	
$DC = \frac{f_v}{F'_v}$			Demanda Capac.
$DC =$	37.99	%	Demanda Capac.

Verificación efectivo de Aplastamiento

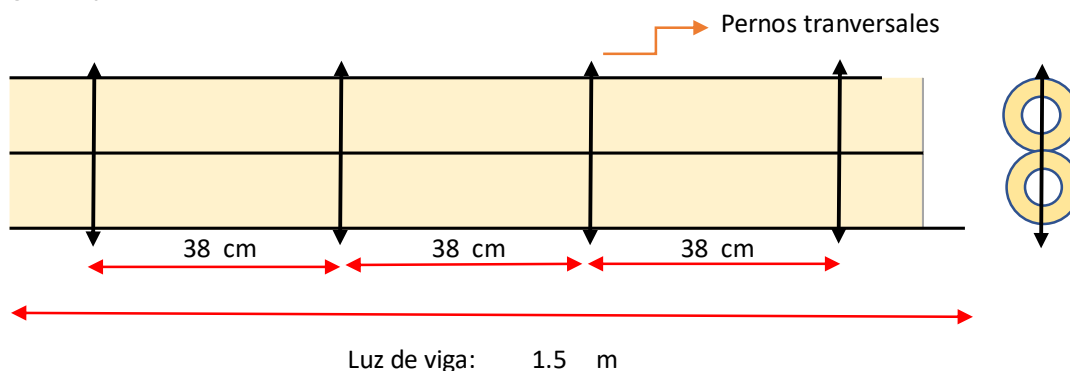
La verificación por aplastamiento para vigas, normalmente se suele dar cuando estas se apoyan en otros elementos de bambu, sin embargo en este caso, las vigas transmiten la carga directamente a la columna mediante los pernos que articulan la viga a la columna. Por esta razón se va obviar esta verificación.

Diseño de pernos transversales

En el caso de sección compuesta elección del menor

E1= 0.38 m Espaciamiento
 E2= 1.20 m Espaciamiento
 Emin= 0.38 m

Diagrama pernos transversales



Diseño de Diagonal.

Para el diseño de diagonales se describe para cada elemento con sus respectivos combos. El diseño para la columna D1, donde se tiene el combo 3 con mayor influencia de cargas.

Tabla 76

Carga Axial y momentos diagonal D1

Combo	Carga Axial (+P) (kg)	Carga Axial (-P) (kg)	Momento (M3) (kg.m)	Diseño
C1	-	-57	-	Cumple
C2	+649	-	-	Cumple
C3	+571	-599	-	Cumple
C4	+951	-	-	Cumple

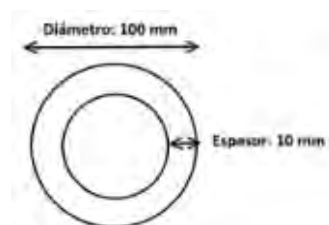
Nota: El signo positivo significa elemento en tracción y signo negativo elemento en compresión.

Diseño Diagonal

Datos de entrada.

Propiedades Geometricas de la seccion

De=	10	cm	Diametro Exterior
t=	1	cm	Espesor de pared de culmo
n=	1		Numero de culmos
Di=	8.0	cm	Diametro Interior
A=	28.3	cm ²	Area de la seccion
I=	289.8	cm ⁴	Inercia de la seccion



Propiedades Mecanicas de los Materiales

F _c =	142.77	kgf/cm	Esfuerzo admisible a compresion
F _t =	90.69	kgf/cm ²	Esfuerzo admisible a traccion
E _{0.05} =	27074	kgf/cm ²	Modulo de elasticidad en compresion 5to percentil
E _{0.5} =	58715	kgf/cm ²	Modulo de elasticidad en compresion promedio

Diseño de elementos sometidos a fuerza axial

Elementos sometidos a compresion Axial

Calculo de la Longitud Efectiva.

Lu=	4.26	m	Longitud No Soportada	K=	1.0	m	Coef. Long. Efectiva
Le=	4.26	m	Longitud Efectiva				

Radio de Giro de varios culmos.

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

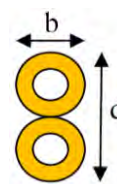
$$r = 3.20 \text{ cm}$$

Radio de Giro de un culmo.

$$r = \frac{\sqrt{D_e^2 + (D_e - 2 * t)^2}}{4}$$

Calculo de Esfuerzo Admisible a Compresion Modificado

C _d =	0.9		Coef. Por modif. Carga Permanente
C _L =	0.98		Coef. Por modif. Estab Lateral d/b=2
C _r =	1		Coef. Por modif. Redist. de Cargas Columnas
F _c =	90.69	kgf/cm ²	Esfuerzo admisible a compresion
F' _c =	C _D · C _L · C _r · F _c		
F' _c =	80.0	kgf/cm ²	Esfuerzo admisible a compresion Modificado.



Clasificacion de Columnas por Esbeltez

$$C_k = 2.565 \sqrt{\frac{E_{0.05}}{F'_c}}$$

$$C_k = 47.2$$

$$\lambda = \frac{l_e}{r}$$

$$\lambda = 133.06$$

Calculo de C_k limite entre columnas intermedias y largas

Tabla G.12.9-2

Clasificación de Columnas por esbeltez

Columna	Esbeltez
Corta	$\lambda < 30$
Intermedia	$30 < \lambda < C_k$
Larga	$C_k < \lambda < 150$

Calculo de Esfuerzos Admisibles

N= **599 kgf** Fuerza de compresion Actuante

$$f_c = \frac{N}{A}$$

Para columna Corta con $\lambda < 30$

$$f_c = \frac{N}{A * \left(1 - \frac{1}{3} * \left(\frac{\lambda}{C_k}\right)^4\right)}$$

Para columna Corta con $30 < \lambda < C_k$

$$f_c = \frac{\pi^2 * E_{0.5}}{2.5 * \lambda^2}$$

Para columna Corta con $C_k < \lambda < 150$

$f_c =$ **13.1 kgf/cm²** Esfuerzo Admisible a compresion actuante

Verificacion Capacidad Demanda:

$$DC = \left(\frac{f_c}{F'_c}\right)$$

Relacion de Capacidad Demanda

DC= **16.36 %** Cumple!!!

Elementos sometidos a Tension Axial

T= **571 kgf** Fuerza de tension Actuante

$$f_t = \frac{T}{A}$$

Fuerza de tension Actuante

$f_t =$ **20.2 kgf/cm²** Esfuerzo a tension Actuante

Verificacion Capacidad Demanda:

$$DC = \left(\frac{f_t}{F'_t}\right)$$

Relacion de Capacidad Demanda

DC= **22.27 %** Cumple!!!

Diseño de Cercha.

Para el diseño de cercha se describe para cada elemento con sus respectivos combos. El diseño para la columna B4, donde se tiene el combo 4 con mayor influencia.

Tabla 77

Carga Axial y momentos para cuerda inferior B4

Combo	Carga Axial (+P) (kg)	Carga Axial (-P) (kg)	Momento (M3) (kg.m)	Diseño
C1	+226	-	-	Cumple
C2	+699	-	-	Cumple
C3	+544	-	-	Cumple

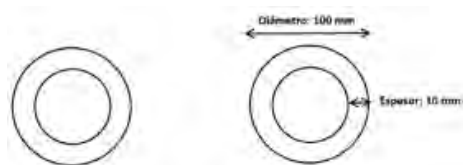
C4	+763	-	-	Cumple

Diseño Elemento Cercha

Datos de entrada.

Propiedades Geometricas de la seccion

De=	10	cm	Diametro Exterior
t=	1	cm	Espesor de pared de culmo
n=	2		Numero de culmos
Di=	8.0	cm	Diametro Interior
A=	56.5	cm ²	Area de la seccion
I=	579.6	cm ⁴	Inercia de la seccion



Calculo de Esfuerzo Admisible a Compresion Modificado

Cd=	1	Coef. Por modif. Carga 10 años
Cl=	1	Coef. Por modif. Estab Lateral d/b=1
Cr=	1	Coef. Por modif. Redist. de Cargas Columnas
Ft=	90.69	kgf/cm ² Esfuerzo admisible a compresion
$F'_t = C_D \cdot C_L \cdot C_R \cdot F_t$		
F't=	90.7	kgf/cm ² Esfuerzo admisible a compresion Modificado.

Diseño de elementos sometidos a Traccion Axial

T=	763 kgf	Fuerza de tension Actuante

$$f_t = \frac{T}{A}$$

Fuerza de tension Actuante

f_t=	13.5 kgf/cm ²	Esfuerzo a tension Actuante

Verificacion Capacidad Demanda:

$$DC = \frac{f_t}{F'_t}$$

Capac. Demanda

DC=	14.9 %	Capac. Demanda

Diseño de vigueta entrepiso.

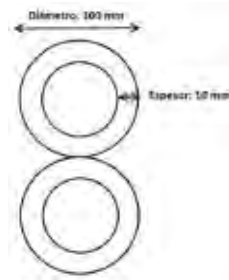
Para el diseño de vigueta de entrepiso se considera el peso de carga muerta y peso de carga viva aplicado sobre el entrepiso.

Diseño de Vigüeta de Entrepiso

Datos de entrada.

Propiedades Geométricas de la sección

$D_e =$	10	cm	Diametro Exterior
$t =$	1	cm	Espesor de pared de culmo
$n =$	2		Numero de culmos
$D_i =$	8.0	cm	Diametro Interior
$A =$	56.5	cm²	Area de la seccion
$I =$	579.6	cm⁴	Inercia de la seccion



Propiedades Mecánicas de los Materiales

$F_b =$	90.77	kgf/cm²	Esfuerzo admisible a flexion
$F_v =$	10.29	kgf/cm²	Esfuerzo admisible a corte
$F_p =$	12.4	kgf/cm²	Esfuerzo Admisible Perpendicular modificado
$E_{0.05} =$	93739	kgf/cm²	Modulo de elasticidad en flexion 5to percentil
$E_{0.5} =$	138723	kgf/cm²	Modulo de elasticidad en flexion promedio

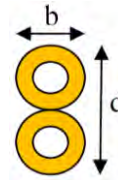
Diseño de elementos a flexion.

Verificación del efecto de Deflexion

$L_d =$	3.00	m	Longitud No Soportada	$L =$	200.0	kgf/m²	Carga Viva.
$D =$	53.0	kgf/m²	Carga Muerta	$A_t =$	0.30	m	Ancho Tributario
$\Delta_1 =$	1.25	cm	Deflexion Admisible	$C_{dl} =$	75.9	kgf/m	Carga Distribuida
$\Delta_2 =$	1.00	cm	Deflexion en viga	$\Delta_1 > \Delta_2$			Cumple!

Verificación efecto de Flexion

$C_d =$	1.00		Coef. Por modif. Carga 10 años
$C_L =$	0.98		Coef. Por modif. Estab Lateral $d/b=2$
$C_r =$	1.00		Coef. Por modif. Redist. de Cargas, accion conjunta
$F_b =$	90.77	kgf/cm²	Esfuerzo admisible a flexion
$F'_b = C_D \cdot C_L \cdot C_r \cdot F_b$			
$F'_b =$	89.0	kgf/cm²	Esfuerzo admisible a flexion Modificado.
$M =$	85.4	kgf.m	Momento Maximo



$$S = \frac{\pi * (5D_e^4 - 4D_e^2(D_e - 2t)^2 - (D_e - 2t)^4)}{32D_e} \quad \text{Modulo de Seccion}$$

$$S = \mathbf{199.3 \quad cm^3}$$

$$f_b = \frac{M}{S} \quad \text{Esfuerzo a flexion Actuante}$$

$$f_b = \mathbf{42.84}$$

$$DC = \frac{f_b}{F'_b}$$

$$DC = \mathbf{0.48}$$

Demanda Capac.

Verificar el efecto de Cortante

$V =$	113.85	kgf	Fuerza cortante en la Seccion
$F'_v =$	10.29	kgf/cm²	Esfuerzo Admisible Corte Modificado
$f_v = \frac{2V}{3A} \left(\frac{3D_e - 4D_e t + 4t^2}{D_e^2 - 2D_e t + 2t^2} \right)$			Esfuerzo Cortante en la seccion
$f'_v =$	4.32	kg/cm²	

$$DC = \frac{f_v}{F'_v}$$

Capac. Demanda

$$DC = 42.0 \quad \%$$

Capac. Demanda

Verificacion efectivo de Aplastamiento

$$R = 110 \quad \text{kgf} \quad \text{Fuerza aplicada en sentido perpendicular}$$

$$L_a = 30 \quad \text{cm} \quad \text{Longitud de apoyo}$$

$$F'_p = 12.4 \quad \text{kgf/cm}^2 \quad \text{Esfuerzo Admisible Perpendicular modificado}$$

$$f_p = \frac{3RD_e}{2t^2L_a} \quad \text{Esfuerzo a compresion perpendicular}$$

$$f_p = 27.5 \quad \text{kgf/cm}^2$$

$$DC = \frac{f_b}{F_{t_b}}$$

Demanda Capac.

$$DC = 221.77 \quad \%$$

Demanda Capac.

La demanda capacidad indica que excede su capacidad para resistir, lo que implica tener que reforzar el interior del tabique de bambu, ya sea con mortero o tarrugo de madera.

Diseño de pernos transversales

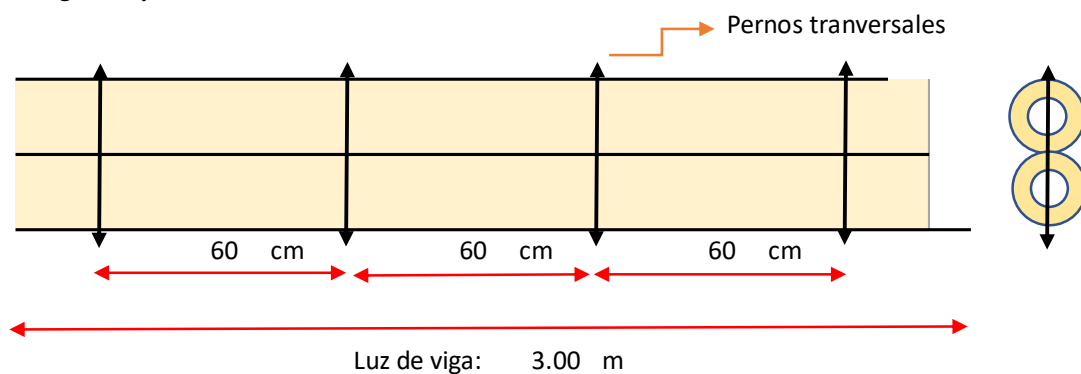
En el caso de seccion compuesta eleccion del menor

$$E1 = 0.75 \quad \text{m} \quad \text{Espaciamiento}$$

$$E2 = 0.60 \quad \text{m} \quad \text{Espaciamiento}$$

$$E_{min} = 0.60 \quad \text{m}$$

Diagrama pernos transversales

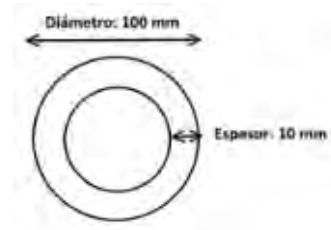


Diseño de vigueta de techo.

Para el diseño de vigueta de entrepiso se considera el peso de carga muerta y peso de carga viva aplicado sobre el entrepiso.

Diseño Correa de Techo**Datos de entrada.****Propiedades Geometricas de la seccion**

$D_e =$	10	cm	Diametro Exterior
$t =$	1	cm	Espesor de pared de culmo
$n =$	1		Numero de culmos
$D_i =$	8.0	cm	Diametro Interior
$A =$	28.3	cm²	Area de la seccion
$I =$	289.8	cm⁴	Inercia de la seccion

**Propiedades Mecanicas de los Materiales**

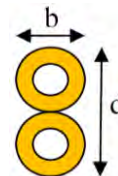
$F_b =$	90.77	kgf/cm²	Esfuerzo admisible a flexion
$F_v =$	10.29	kgf/cm²	Esfuerzo admisible a corte
$F_p =$	12.4	kgf/cm²	Esfuerzo Admisible Perpendicular modificado
$E_{0.05} =$	93739	kgf/cm²	Modulo de elasticidad en flexion 5to percentil
$E_{0.5} =$	138723	kgf/cm²	Modulo de elasticidad en flexion promedio
$\theta =$	45		Angulo de techo

Diseño de elementos a flexion.**Verificacion del efecto de Deflexion**

$L_d =$	3.00	m	Longitud No Soportada	$L =$	26.3	kgf/m²	Carga Viva.
$D =$	27.8	kgf/m²	Carga Muerta	$A_t =$	0.50	m	Ancho Tributario
$\Delta_1 =$	1.25	cm	Deflexion Admisible	$C_{dl} =$	27.1	kg/m	Carga Distribuida
$\Delta_2 =$	0.71	cm	Deflexion en viga	$\Delta_1 > \Delta_2$			Cumple!

Verificacion efecto de Flexion

$C_d =$	1.00		Coef. Por modif. Carga 10 años
$C_L =$	0.98		Coef. Por modif. Estab Lateral $d/b=2$
$C_r =$	1.00		Coef. Por modif. Redist. de Cargas, accion conjunta
$F_b =$	90.77	kgf/cm²	Esfuerzo admisible a flexion
$F'_b = C_D \cdot C_L \cdot C_r \cdot F_b$			
$F'_b =$	89.0	kgf/cm²	Esfuerzo admisible a flexion Modificado.



$$S = \frac{\pi * (5D_e^4 - 4D_e^2(D_e - 2t)^2 - (D_e - 2t)^4)}{32D_e}$$

Modulo de Seccion

$$S = \mathbf{199.3 \text{ cm}^3}$$

$$M = \mathbf{30.44 \text{ kgf.m}}$$

$$f_b = \frac{M}{S} \quad \text{Esfuerzo a flexion Actuante}$$

$$DC = \frac{f_b}{F'_b}$$

Capac. Demanda

$$f_b = \mathbf{15.27 \text{ kgf/cm}^2}$$

$$DC = \mathbf{17.2 \%}$$

Capac. Demanda

Verificar el efecto de Cortante

$$V = \mathbf{40.59 \text{ kgf}} \quad \text{Fuerza cortante en la Seccion}$$

$$F'_v = \mathbf{10.29 \text{ kgf/cm}^2} \quad \text{Esfuerzo Admisible Corte Modificado}$$

$$f_v = \frac{2V}{3A} \left(\frac{3D_e - 4D_e t + 4t^2}{D_e^2 - 2D_e t + 2t^2} \right) \quad \text{Esfuerzo Cortante en la seccion}$$

$$f_v = \mathbf{3.08 \text{ kg/cm}^2}$$

$$DC = \frac{f_v}{F'_v}$$

Capac. Demanda

$$DC = 29.9 \%$$

Capac. Demanda

Verificacion efectivo de Aplastamiento

$$R = 40.59 \text{ kgf}$$

Fuerza aplicada en sentido perpendicular

$$L_a = 20 \text{ cm}$$

Longitud de apoyo

$$F'_p = 12.4 \text{ kgf/cm}^2$$

Esfuerzo Admisible Perpendicular modificado

$$f_p = \frac{3RD_e}{2t^2 L_a}$$

Esfuerzo a compresion perpendicular

$$f_p = 30.4 \text{ kgf/cm}^2$$

$$DC = \frac{f_b}{F'_b}$$

Demanda Capac.

$$DC = 245.47 \%$$

Capac. Demanda

La demanda capacidad indica que excede su capacidad para resistir, lo que implica tener que reforzar el interior del tabique de bambu, ya sea con mortero o tarrugo de madera.

Diseño de uniones.

Para el diseño de uniones pernadas se ubicará la unión y determinará la fuerza actuante y el tipo de unión.

Para el análisis para la Tabla 74, con el combo C2 que tiene de carga en compresión de -1091 kg.

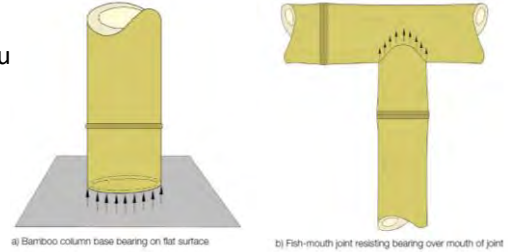
Para el diseño de las uniones, se trabajará la unión de la columna con el pedestal. Como segunda unión se revisará la unión viga columna.

Diseño de Conexiones

Capacidad en punta de juntas.

Este tipo de uniones, califica la capacidad de carga en las puntas de las uniones de los culmos, ya sea un corte recto o un corte de tipo boca de pescado. Transferencia de compresión por contacto.

$C_{EB} =$	0.8	Corte Recto
$D_e =$	10 cm	Diametro Exterior
$t =$	1 cm	
$f_c =$	143.8 kgf/cm²	Esfuerzo compresion Bambu
$N_C =$	4.0	Numero de culmos
$A =$	113.1 cm²	Area
$P_b = C_{EB} \cdot f_c \cdot A$		
$P_b =$	13008 kgf	Capacidad de carga
$C_{culmo} =$	272.8 kgf	Carga por culmo dato
$D/C =$	2.1 %	Demanda / Capacidad

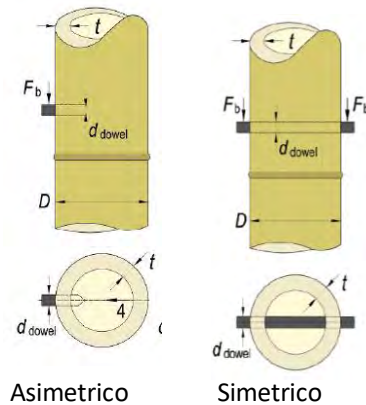


Conexión tipo Espiga

La capacidad de conexión esta caracterizado por F_b , se da en terminos de penetracion de una pared de culmo. La capacidad de carga admisible se da como la menor de las dos (A, B)

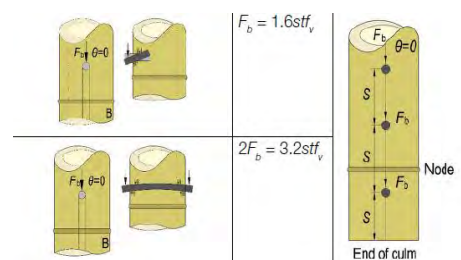
Falla de tipo compresion a perno (A)

$D_{dowel} =$	12.7 mm	Diametro de perno.
$t =$	1 cm	Espesor de pared bambu
$f_c =$	143.8 kgf/cm²	Esfuerzo a Compresion Bambu
$N =$	2	Numero de pasadores
$n =$	2	Simetrico
$F_b = N * 1.4 * D_{dowel} * t * f_c$		Ec. Simetrico
$F_b = N * 0.3 * D_{dowel} * t * f_c$		Ec. Asimetrico
$F_b =$	511.2 kgf	Capacidad de sopote de culmo
$C_{culmo} =$	272.8 kgf	Carga por culmo dato
$D/C =$	53.4 %	Demanda / Capacidad



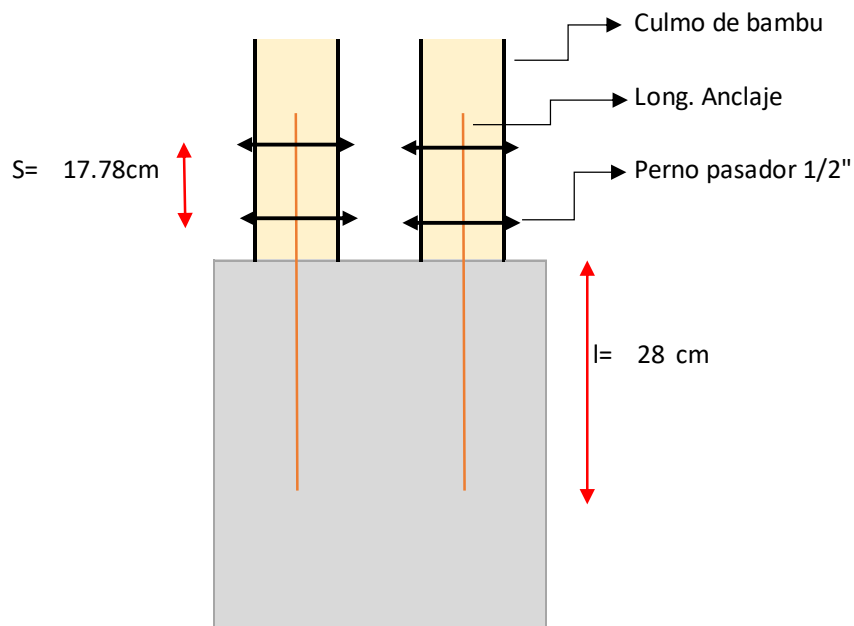
Falla de tipo cortante a perno (B)

$D_{dowel} =$	12.7 mm	Diametro de perno.
$t =$	1 cm	Espesor de pared bambu
$f_v =$	12.0 kgf/cm²	Esfuerzo a Corte Bambu
$S =$	17.8 cm	Espaciamiento
$n =$	2	Simetrico
$F_b = 1.6 * S * t * f_v$		Ec. Simetrico
$F_b = 3.2 * S * t * f_v$		Ec. Asimetrico
$F_b =$	682.8 kgf	Capacidad de sopote de culmo
$C_{culmo} =$	272.8 kgf	Carga por culmo dato
$D/C =$	39.9 %	Demanda / Capacidad

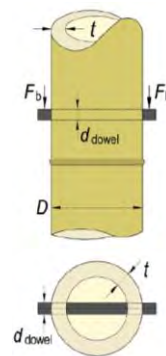


Longitud de anclaje gancho a 90°

$\psi_e =$	1	barra sin tratamiento superficial
$\lambda =$	1	concreto normal
$f_y =$	4200 kgf/cm²	limite elastico del acero
$f'_c =$	210 kgf/cm²	resistencia del concreto
$\phi =$	12.7 mm	varilla de 1/2
$d_b =$	10.16 cm	long de desarrollo minimo
$l_{dg} = \frac{0.24 * \lambda * \psi * f_y}{\sqrt{f'_c}}$		
$l_{dg} =$	27.82 cm	long de desarrollo calculado

Diagrama de diseño**Diseño de Conexiones Viga Columna****Efecto de compresion en perno (Culmo 1)**

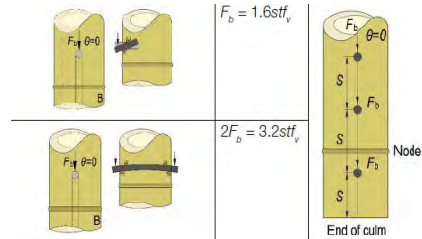
Falla de tipo compresion a perno (A) Bering		
$D_{\text{dowel}} =$	12.7 mm	Diametro de perno.
$t =$	1 cm	Espesor de pared bambu
$f_c =$	143.8 kgf/cm²	Esfuerzo a Compresion Bambu
$C_a =$	51.3 kg	Carga Actuante en culmo
$N =$	1	Numero de pasadores
$n =$	2	Simetrico
$F_b = N \cdot 1.4 \cdot D_{\text{dowel}} \cdot t \cdot f_c$		Ec. Simetrico
$F_b = N \cdot 0.3 \cdot D_{\text{dowel}} \cdot t \cdot f_c$		Ec. Asimetrico
$F_b =$	255.6 kgf	Capacidad de sopote de culmo



Simetrico

Falla de tipo cortante a perno (B)

$D_{dowel} =$ 12.7 mm	Diametro de perno.
$t =$ 1 cm	Espesor de pared bambu
$f_v =$ 12.0 kgf/cm²	Esfuerzo a Corte Bambu
$S =$ 17.8 cm	Espaciamiento
$n =$ 2	Simetrico
$F_b = 1.6 * S * t * f_v$	Ec. Simetrico
$F_b = 3.2 * S * t * f_v$	Ec. Asimetrico
$F_b =$ 682.8 kgf	Capacidad de sopote de culmo



Falla minima

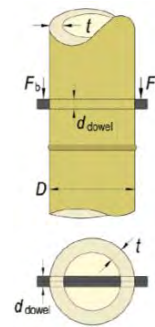
$F_b =$ 255.6 kgf	Capacidad de sopote de culmo (Minimo)
$Ca =$ 51.3 kgf	Carga en traccion
$D/C =$ 20.05 %	Capacidad/Demanda

Efecto de compresion en perno (Culmo 2)

Para $\theta > 5^\circ$

Falla de tipo compresion a perno (A) Bering

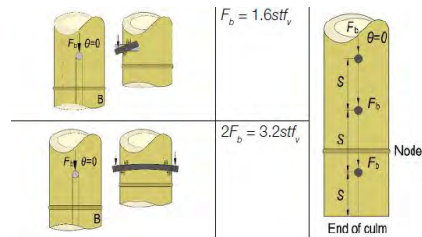
$D_{dowel} =$ 12.7 mm	Diametro de perno.
$t =$ 1 cm	Espesor de pared bambu
$f_c =$ 143.0 kgf/cm²	Esfuerzo a Compresion Bambu
$Ca =$ 51 kgf	Carga Actuante en culmo
$N =$ 1	Numero de pasadores
$n =$ 2	Simetrico
$F_b = N * (0.8) * D_{dowel} * t * f_c$	Ec. Simetrico
$F_b = N * (0.2) * D_{dowel} * t * f_c$	Ec. Asimetrico
$F_b =$ 145.3 kgf	Capacidad de sopote de culmo



Simetrico

Falla de tipo cortante a perno (B)

$D_{dowel} =$ 12.7 mm	Diametro de perno.
$t =$ 1 cm	Espesor de pared bambu
$f_v =$ 12.0 kgf/cm²	Esfuerzo a Corte Bambu
$S =$ 17.8 cm	Espaciamiento
$n =$ 2	Simetrico
$F_b = 1.6 * S * t * f_v$	Ec. Simetrico
$F_b = 3.2 * S * t * f_v$	Ec. Asimetrico
$F_b =$ 682.8 kgf	Capacidad de sopote de culmo

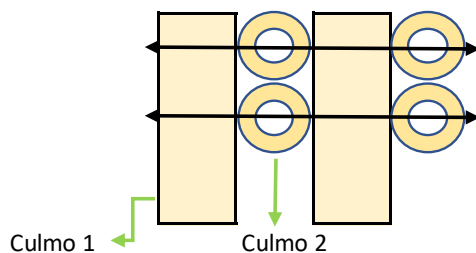


Falla minima

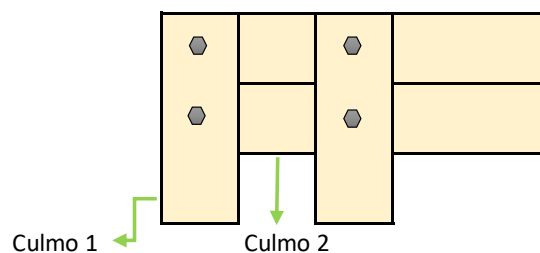
$F_b =$ 145.3 kgf	Capacidad de sopote de culmo (Minimo)
$Ca =$ 51.3 kgf	Carga en traccion
$D/C =$ 35.27 %	Capacidad/Demanda

Diagrama de Diseño

Vista frontal



Vista Lateral



Diseño de zapatas.

El diseño se realiza para la zapata del eje 5 y eje F.

Diseño de Zapata

Datos de entrada.

Propiedades Geometricas y Carga

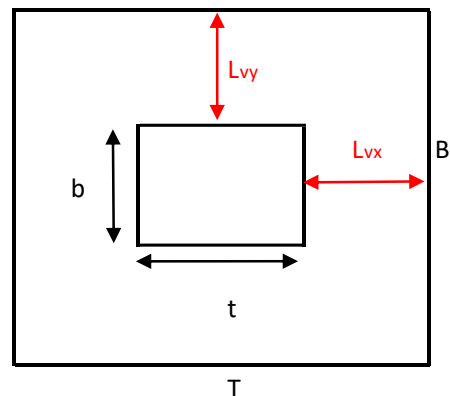
$P_D =$	0.645	tnf	Carga Muerta	$SC =$	400	kgf/m²	Sobrecarga
$P_L =$	1.520	tnf	Carga Viva	$f'_c =$	210	kgf/cm²	Resistencia Conc.
$D_f =$	1.00	m	Profundidad de Dezplan.	$f_y =$	4200	kg/cm²	Fluencia Acero
$\sigma_s =$	1.27	kgf/cm²	Capacidad Portante Suel.	$\lambda =$	1.8	tonf/m³	Peso Especif. Suel

Capacidad Portante Neta

$\lambda_c =$	2.4	tnf/m³	Peso de Concreto	$\lambda_m =$	2.10	tnf/m³	Peso de Concreto
$\sigma_n = \sigma_s - D_f * \lambda_m - SC$				$\sigma_n =$	10.20	tnf/m²	Cap. Port. Neta

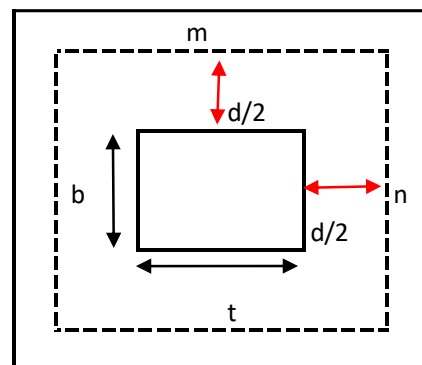
Area en Planta

$P_s = P_D + P_L$			Carga de servicio
$P_s =$	2.17	tnf	Carga de servicio
$A_z =$	0.212	m²	Area en planta
$T =$	0.46	m	Dim. Zap. Lado 1
$B =$	0.46	m	Dim. Zap. Lado 2
$T^* =$	0.60	m	Dim. Zap. Lado 1
$B^* =$	0.60	m	Dim. Zap. Lado 2
$t =$	0.40	m	Dim. Col. Lado 1
$b =$	0.40	m	Dim. Col. Lado 2
$L_{vy} =$	0.10	m	
$L_{vx} =$	0.10	m	



Dimensionamiento del Peralte por Punzonamiento

Para un $d =$	0.30	m	
$P_o =$	2.80	m	Perimetro de punzonamiento
$A_o =$	0.49	m²	Area de punzonamiento
$Q_u = \frac{P_u}{Z}$			Presion ultima
$V_c = 0.53 \left(1 + \frac{2}{t/b} \right) \sqrt{F'_c}$			Resis. Cortante. Concreto
$V_c =$	23.04		
$P_u = \phi V_c P_o d + Q_u A_o$			Equilibrio de fuerzas



3.49	≤	21.20	Cumple!
Peralte Efectivo:	$D_h =$	0.4	m

Verificacion por Cortante en una Direccion

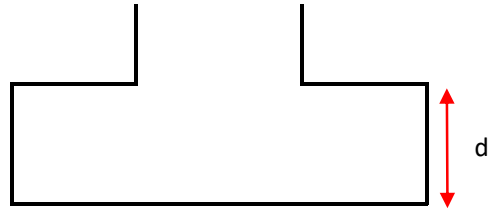
La resistencia del concreto a la cortante y debe ser mayor a la cortante ultima a una distancia d

$$\phi V_C = \phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

$$\phi V_C = 11.75 \text{ tn}$$

$$V_{ud} = Q_u (L_v - d) B$$

$$V_{ud} = -19.7 \text{ tn}$$

**Diseño por Flexion**

$$M_U = Q_u * \frac{L_v^2}{2} * 1m$$

Momento Ultimo

$$M_U = 0.08 \text{ tn.m}$$

1ra Iteracion $a = \frac{d}{5}$

Para: d= 30 cm a= 6 cm

$$A_{s1} = \frac{M_u}{0.9 f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)}$$

Area de acero $a = \frac{A_{s1} f_y}{0.85 f'_c b}$

$$A_{s1} = 0.0080 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.0047$$

$$A_{min} = 0.0018 * b * h$$

Area de acero minimo

S= Avarilla/As

Espaciamiento de V.

Para $\phi 1/2''$

$$A_{min} = 7.2 \text{ cm}^2$$

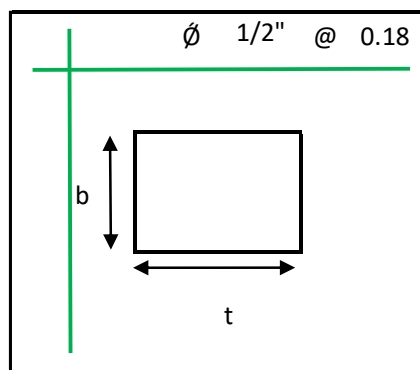
$$S = 0.18 \text{ m}$$

Para $\phi 5/8''$

$$S = 0.28 \text{ m}$$

Para $\phi 3/4''$

$$S = 0.39 \text{ m}$$

Esquema de la Zapata

$$T^* = 0.60 \text{ m}$$

$$B^* = 0.60 \text{ m}$$

CAPITULO 5. DISCUSION DE RESULTADOS

En la Tabla 78 se aprecia los resultados finales de las características físicas de la *Guadua Takahashiae*, está constituido por el contenido de humedad, la densidad, densidad básica y densidad lineal. Las características físicas determinados para el objetivo específico 1.

Tabla 78

Resultados finales Características Físicas

Características Físicas				
Contenido de Humedad				
Compresión Paralela (%)	Compresión Perpendicular (%)	Corte (%)	Flexión (%)	Tracción (%)
13.73%	11.58%	14.35%	11.49%	10.85%
Densidad				
Densidad (kg/m ³)	Densidad Básica (kg/m ³)		Masa por Longitud (kg/m)	
664.40	530.92		1.47	

En la Tabla 79 se aprecia los resultados finales de las características mecánicas de la *Guadua Takahashiae*, constituido por los esfuerzos admisibles (compresión paralela a la fibra, compresión perpendicular a la fibra, corte, flexión y tracción) y los módulos de elasticidad (por compresión, flexión y tracción) al $E_{0.5}$ y $E_{0.05}$. Las características mecánicas determinados para el objetivo específico 2.

Tabla 79*Resultados finales de Esfuerzos Admisibles y Modulo de Elasticidad*

Esfuerzos Admisibles y Modulo de Elasticidad		
Esfuerzos Admisibles a:		Resultados (kg/cm ²)
Compresión $\parallel$		143.77
Compresión $\perp$		12.40
Corte		10.29
Flexión		90.77
Tracción		90.69
Módulo de Elasticidad	$E_{0.5}$ (kg/cm ²)	$E_{0.05}$ (kg/cm ²)
Módulo de Elasticidad	58,715	27,074
Compresión Paralela		
Modulo Elasticidad Flexión	138,723	93,739
Modulo Elasticidad Tracción	13,750	8,473

Nota: Donde $E_{0.5}$ conocido como percentil 50 y $E_{0.05}$ conocido como percentil 5.

Estos resultados son consecuentes con los resultados de los estudios de Varela et al. (2022) y La Tegola et al. (2015), donde se trabajaron para especies diferentes, pero de características físicas similares en cuanto al diámetro, en el caso de Varela trabajo con probetas de *Dendrocalamus Strictus* proveniente de México y La Tegola utilizo probetas de *Guadua Angustifolia* proveniente de Ecuador.

Para el diseño estructural las columnas se consideran secciones de cuatro culmos del primer nivel al segundo para todos los casos. En el caso de las vigas las vigas principales de los ejes A y B, se diseñó para elementos de 3 m de longitud inicialmente sin embargo los efectos de las deflexiones imposibilitan trabajar para esa luz, lo que conlleva a la colocación de diagonales en la parte intermedia y así reducir la luz a 1.5 m. El caso de las vigas secundarias al no recibir cargas de entrepiso su función fue más para rigidizar las losas. Las diagonales cumplieron funciones de rigidizar la estructura debido a que todo el

modelo se trabajó para condición articulada lo que generaba inestabilidad de la estructura, además de exceder los límites de desplazamientos laterales admisibles. Para el caso de las viguetas de entrepiso se diseñó para soportar cargas estáticas vivas y muertas, cargas aproximadas de 250 kgf/m^2 , cuyo espaciamiento es de 30 cm entre ellas con secciones de dos culmos una encima de la otra, las viguetas de techo o correas, aunque con menor carga su espaciamiento es de 50 cm entre ellas con un solo culmo. En el caso de las zapatas, el diseño se lleva a cabo para una columna de esquina cuya fuerza axial apenas y pasaba las 2 tonf, ello hace que su diseño tenga acero mínimo de refuerzo y un peralte de 40 cm, aunque el efecto de viento generaba efecto de momentos en las zapatas este efecto no fue determinante pero su estudio es necesario, ya que el efecto del sismo ya no viene a ser concluyente más bien el viento.

CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.

6.1.1. Conclusiones del Objetivo General.

Del diseño estructural se puede aseverar que, en el diseño de elementos estructurales como columnas la relación de capacidad demanda se encuentra de debajo del 25% lo que sugiere un sobredimensionamiento.

En el diseño de elementos viga, la verificación por aplastamiento es de cuidado debido a la concentración de esfuerzos que tienen las vigas a los apoyos que transfieren la carga.

El diseño estructural mejora respecto a las verificaciones por esfuerzos admisibles por flexión debido a que los resultados obtenidos son de 90.77 kgf/cm^2 , frente a los 50 kgf/cm^2 que exige el MVCS (2020).

Para finalizar el diseño estructural es influenciado desfavorablemente para la compresión perpendicular por tener espesores de pared de culmo delgados.

6.1.2. Conclusiones para los Objetivos Específicos

(1) Se ha determinado las características físicas del bambú (*Guadua Takahashiae*) después de seguir los procedimientos de la Norma Técnica Colombiana ICONTEC (2007).

Dentro de las características físicas como el contenido de humedad estos se obtuvieron desde 10.85% hasta 14.35%.

Las características físicas cuentan con una densidad de 664 kg/m^3 y diámetros exteriores de entre 9 a 10 cm con espesores de 1 a 1.5 cm, estas son características regulares.

Para finalizar la densidad en estado natural obtenida se encuentra por debajo de los valores comunes de la *Guadua Angustifolia*.

(2) Se ha determinado los esfuerzos admisibles (Resistencia a compresión Paralela, Resistencia a Corte, Resistencia a Flexión), son superiores respecto a los propuestos por el reglamento nacional de edificaciones E.100 Bambú, con la diferencia de los esfuerzos admisibles de Corte y Tracción.

La Tabla 80 proporciona los esfuerzos admisibles de la *Guadua Takahashiae* comparándolos con la E.100 peruana y la NSR-10 colombiana estas últimas para la especie *Guadua Angustifolia*.

Tabla 80

Comparación de Esfuerzos admisibles y módulo de elasticidad

Ensayo	<i>Guadua Takahashiae</i> (kgf/cm ²)	E.100 Bambú (kgf/cm ²)	NSR-10 (kgf/cm ²)
Compresión	143.77	130.00	140.00
Compresión ⊥	12.40	13.00	14.00
Corte	10.29	10.00	12.00
Flexión	90.77	50.00	150.00
Tracción	90.69	160.00	180.00
MOE (Flexión)	138723	95000	95000

Para finalizar los esfuerzos admisibles a tracción se aprecian con valores bajos, lo que implica que no se cuente con propiedades superiores respecto a ese ensayo.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda a investigadores estudiar el efecto de la sección compuesta por culmos en vigas cuando se utilizan pernos o zunchos que fijan los culmos y así poder determinar qué porcentaje realmente trabaja la sección compuesta de viga.

Se recomienda a investigadores estudiar el efecto de uniones de fijación parcial, esto debido a que en el modelo matemático se modela los encuentros de vigas y columnas netamente articulado lo que elimina la transmisión de momentos, sin embargo, esta condición no es del todo exacto.

Se recomienda investigar si es posible incrementar el número de pisos para edificaciones en bambú desde el punto de vista estructural y por proceso constructivo, ya que el reglamento de edificaciones limita a 2 niveles.

Se recomienda investigar sobre mejores métodos de unión entre elementos de bambú.

(1) Se recomienda obtener las muestras para ensayo cuando los culmos cumplan con los 4 años necesarios de madurez, una alternativa que puede uniformizar resultados, ya que los culmos extraídos para la investigación fueron seleccionados bajo inspección visual de líquenes que sugieren madurez del bambú.

(2) Se recomienda investigar sobre la resistencia a compresión perpendicular cuando se utilice mortero dentro de los tabiques o tarugo de madera utilizados para reforzar el efecto desfavorable por aplastamiento.

Se recomienda la utilización de galgas extensiométricas para mejorar los resultados con respecto de los módulos de elasticidad, además que para el ensayo a flexión se recomienda deformímetros de capacidad de 10 cm que puedan cubrir la mayor deflexión en las vigas.

Y sobre el ensayo a tracción mejorar el agarre de las probetas ya que se obtuvieron probetas que fallaban por defecto del pegamento.

Referencias

- Amede, E. A., Hailemariam, E. K., Hailemariam, L. M., & Nuramo, D. A. (2021). A review of codes and standards for bamboo structural design. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2021(1), 1-9. <https://doi.org/10.1155/2021/4788381>
- Arias, D., & Cangalaya, L. M. (2023). *Manual del tesista: Principios metodológicos para escribir una tesis*. Universidad Nacional de Ingeniería
- Blas, A. F., & Blas, M. (2021). *Investigación científica para ingenieros*. Antonio Florencio Blas Arauco. <https://buenastareas.academia.edu/AntonioFlorencioBlasArauco>
- Cadena, D. (2018). *Guía didáctica para diseño y construcción de estructuras de guadua (GaK) y otros bambúes*. Red Internacional del Bambú y Ratán (INBAR)
- Cadena, D., Jácome, P., & Córdova, P. (2022). Determinación de las propiedades geométricas y mecánicas de compresión y tracción de la especie *Phyllostachys aurea* del Ecuador. *Campus*, 5(27), 261-282.
<https://doi.org/https://doi.org/10.24265/campus.2022.v27n34.07>
- Camargo García, J. L., Ríos Alfonso, B. A. y Gutiérrez Gonzales. M (del 31 de mayo al 02 de junio de 2017). Variación en el análisis estructural de dos viviendas en Guadua *Angustifolia* Kunth, modeladas bajo un comportamiento Ortotropico en comparación al comportamiento Isotrópico definido den la NSR-10 [Congreso], VII Ingeniería Sísmica, Barranquilla, Colombia. <https://repository.ugc.edu.co/items/62dbe641-3e1a-4135-8e2b-582db7c650e5>
- Gatío, A., Sharma, B., Bock, M., Mulligan, H., y Ramage, M. H. (2014). Sustainable structures: bamboo standards and building codes. *Institution of Civil Engineers*, 167(5), 189-196. <http://dx.doi.org/10.1680/ensu.14.00009>
- Gómez Salés, H. J. P., Rodríguez Chumacero, S. I., & Ramal Montejó, R. (2020). El bambú: Una solución ecológica sustentable como material de construcción. *Tzhoecoen*, 12(2), 253-262. <https://doi.org/10.26495/tzh.v12i2.1264>
- Guindos, P. (2019). *Fundamentos del diseño y la construcción con madera*. Ediciones Universidad Católica de Chile.

- Gutiérrez-Collao, J. E., Acosta-Román, M., Abanto-Rodríguez, C., Palomino-Santos, E. R., Chavarría Márquez, E. Y., & Massa-Palacios, L. A. (2025). Propiedades mecánicas de la *Guadua angustifolia* para uso y preservación medioambiental de la Amazonia peruana. *Producción + Limpia*, 19(2), 66-83.
<https://doi.org/10.22507/pml.v19n2a3480>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill.
- Hernández-Zamora, M. F., Jiménez-Martínez, S. I., & Sánchez-Monge, J. I. (2021). Materiales alternativos como oportunidad de reducción de impactos ambientales en el sector construcción. *Tecnología en Marcha*, 31(2), 3-10.
<https://doi.org/10.18845/tm.v34i2.4831>
- Hidalgo-López, O. (2003). *Bamboo: The gift of the gods*. Hidalgo López.
- Hurtado Hermoza, L y Vega Casas, S. (2021). *Diseño y Análisis de una vivienda ecológica que cumpla criterios sismo resistentes, utilizando el bambú como elemento estructural* [Tesis de Pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio institucional de la URP. <https://repositorio.urp.edu.pe/entities/publication/e81dae88-7f02-4b0f-a345-f1bf1866fa3f>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2007). Métodos de ensayo para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la *Guadua angustifolia* Kunth (NTC5525). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2017). Cusco resultados definitivos. Censos 2017.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1559
- Junta del Acuerdo de Cartagena (1984). *Manual de diseño para maderas del grupo andino*. Lima.

- Labaran, Y. H., Mathur, V. S., & Farouq, M. M. (2021). The carbon footprint of construction industry: A review of direct and indirect emission. *Journal of Sustainable Construction Materials and Technologies*, 6(3), 101-115. <https://jscmt.yildiz.edu.tr>
- Londoño, X. (2002). Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del Nuevo Mundo [Catedra]. Módulo Guadua, Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
<http://www.maderinsa.com/guadua/taller.html>
- Londoño, X. (2013). Dos nuevas especies de Guadua para el Perú (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Guaduinae). *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 7(1), 145-153.
- Londoño, X., & Ruiz Sánchez, E. (s. f.). Guía sobre como fotografiar bambúes para la identificación taxonómica. <https://es.scribd.com/document/562891299/Fotografiar-bambues-XL>
- Luna, P., Lozano, J., Takeuchi, C. (2014). Determinación experimental de los valores característicos de resistencia para guadua Angustifolia. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 16(1), 77-92. DOI. 10.4067/s0718-221x20140050000
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI]. (2022). *Estrategia Nacional para el desarrollo del Bambú (PROBAMBU)*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.
<http://www.gob.pe/midagri>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI]. (2016). *Estructura de Guadua (GaK)*. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/03/Estructuras-de-Guadua.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio [MinVivienda]. (2017). *Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10)*. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS]. (2020). *Norma E.030 Diseño Sismorresistente*. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO. <http://www.gob.pe/sencico>

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS]. (2020). *Norma E.020 Cargas*. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO. <http://www.gob.pe/sencico>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS]. (2020). *Norma E.100 Bambú*. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO. <http://www.gob.pe/sencico>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS]. (2020). *Prototipos de vivienda progresiva*. Departamento de Marketing fondo MiVivienda S.A. <https://es.scribd.com/document/323771877/Catalogo-CORREGIDO-LUNES-16-JUNIO-pdf>
- Minke, G. (2010). *Manual de construcción con Bambú*. Merlín.
- Moran Ubidia, J. (2015). *Construir con bambú (Caña de Guayaquil) Manual de Construcción (3a ed.)*. Red internacional del Bambú y Ratán - INBAR. <https://bambu.com.ec/project/construir-con-bambu-cana-de-guayaquil/>
- Muhammad, N. A. G., Orejudos, J. N., & Aniñon, M. J. C. (2024). A compendium of research, tools, structural analysis, and design for bamboo structures. *Buildings*, 14(8).
- Municipalidad distrital de Echarati [MDE]. (2023). Recuperación de los servicios ecosistémicos en áreas de protección ribereña y riego mediante la especie forestal del bambú en los sectores de los centros poblados de Ivochote y Pangoa, distrito de Echarati de la provincia de La Convención del departamento de Cusco. <https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/seguimiento/verFichaSeguimiento/2607707>
- Popov, E. P., & Balan, T. A. (2000). *Mecánica de sólidos (2a ed.)*. Pearson Educación.
- Riddell, R., & Hidalgo, P. (2010). *Diseño estructural (5a ed.)*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Rodríguez-Sotelo, J. A., Abanto-Rodríguez, C., Flores-Romayna, M. A., Rodríguez-Vasquez, K. I., Castillo-Torres, D. D., Guerra-Arévalo, W. F., García-Soria, D. G., Guerra-Arévalo, H., & Revilla-Chávez, J. M. (2023). Propiedades físicas y mecánicas

- de *Guadua lynnclarkiae*, *Guadua weberbaueri* y *Guadua superba* en Ucayali, Perú. *Ciencia Florestal*, 33(1), 1-23. <https://doi.org/10.5902/1980509868029>
- Sánchez. L., Mullins. G., Cunningham. J., & Mihelcic. J. (2021). Mechanical properties of bamboo: a reserarch synthesis of strength values and the factors influencing them. *Department of Civil & Environmental Engineering*.29, 1-21. http://www.bamboo-identification.co.uk/Sanchez_final_07_Oct_19.pdf
- Sanchez, S., & Gomez, M. (2019). *Metrología Dimensional: Resumen de teoría y problemas resueltos*. Universidad de Almería. <https://es.scribd.com/document/431500460/Libro-Metrologia>
- Servicio nacional forestal y de fauna silvestre [SERFOR]. (2025). Registro Nacional de plantaciones de Bambú. <https://appweb.serfor.gob.pe/bambu/default.aspx>
- Trujillo, D., Harries, K., Kaminski, S., & Lopez, L-F. (2025). Manual for the designo of bamboo structures to ISO 22156:2021. The Institution of Structural Engineers. <https://www.istructe.org/resources/manuals/manual-design-bamboo-structures-iso22156/>
- Varela, J. L., Fernández, L. E., Olivia, J. A., & Gómez, W. G. (2022). Propiedades mecánicas del bambú *dendrocalamus strictus* del sureste de México. *Universidad Autónoma de Yucatán*, 26(2), 1-14
- Zapata, L. F. (1997). *Diseño estructural en acero*. Universidad Nacional de Tumbes.

Anexos

Anexo A: Identificación Taxonómica

Anexo B: Guía de Identificación Taxonómica

Anexo C: Certificado de uso de Laboratorio

Anexo D: Guía de Observación Densidad

Anexo E: Guía de Observación Resistencia a la compresión paralela a la fibra

Anexo F: Guía de Observación Resistencia a la compresión perpendicular a la fibra

Anexo G: Guía de Observación Resistencia a Corte

Anexo H: Guía de Observación Resistencia a la Flexión

Anexo I: Guía de Observación Resistencia a la Tracción

Anexo J: Guía de Observación Contenido de Humedad

Anexo K: Planos Estructurales

ANEXO A: IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

Anexo A: Identificación Taxonómica

Ximena Londoño - ximelondo@gmail.com

13 de marzo 2025, 14:39

Estimado Apolinar,

Muchas gracias por tomarse el trabajo de seguir la Guía y hacer las fotos exactas para la identificación.

Ahora si puedo con certeza decirle que la Guadua que usted tiene es *Guadua takahashiae* Londoño.

Se caracteriza por lo siguiente:

1. **Culmo** 12-15 (-20) m de altura, (7-) 9-14 cm diámetro, erecto en la base y arqueado apicalmente, de color verde con rayas verdes más oscuras cuando joven.
2. entrenudos huecos, (10-) 17-34 cm longitud, espesor de la pared 1,5-2,5 cm.
3. nudo solitario, línea nodal horizontal, pronunciada, ligeramente inclinada por debajo de la yema, con banda de pelos blancos, adpresos, arriba y abajo de la línea nodal: banda superior generalmente más angosta que la inferior.
4. yema solitaria, triangular a triangular-apiculada, pequeña y glabrescentes, de color rosado cuando joven, marginalmente ciliada, ciliás café-pajizo.
5. **Hoja caulinar** triangular, 60-75 cm longitud x 55-60 cm ancho, coriácea, de color café-rosado, decidua, lámina 6 a 7 veces más pequeña que la vaina, con las margenes muy ciliadas, ciliás fácilmente deciduas, hialinas-pajizas.
6. **Ramificación** intravaginal; rama primaria solitaria y con espinas; espinas del complemento foliar cortas e inconspicuas, con 1- 3 espinas por nudo; ausencia de ramas con espinas en el tercio basal del culmo, presencia de espina corta, gruesa y adpresa en el 1/3 medio del culmo.

Le adjunto el artículo donde se describió para que por favor verifique lo que le estoy diciendo.

Esta es la mejor especie que tiene Perú en propiedades físico-mecánicas y que la hace ideal para la industria de la construcción.

Se han realizado muchas pruebas en diferentes universidades del Perú, pero el tema es que algunas personas de la academia no quieren reconocer esta especie como válida simplemente porque se la dedique a la Dra. Josefina Takahashi y no se cuál sea el problema de ella con ellos. Pero en el mundo botánico internacional esta especie está reconocida y eso es lo que vale.

Es una especie excelente, de la cual los peruanos deberían estar orgullosos. Es realmente el equivalente a la *Guadua angustifolia* de Colombia, con una ventaja y es que no desarrolla tantas ramas con espinas en la parte basal y eso facilita su aprovechamiento.

Me complace haber podido colaborar y gracias por las fotos.

Ximena Londoño

ANEXO B: GUÍA DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

Anexo B: Guía de Identificación Taxonómica

REGISTRO FOTOGRAFICO SEGÚN GUIA PARA IDENTIFICACION TAXONOMICA

DATOS GENERALES:

Autor: A. Maverick Choquehuanca Quispe

Ubicación: Perú, Cusco, La convención, Echarati, kiteni.

UTM: 714652.9E – 8601936.8N

Altitud: 669.00 m.s.n.m

		
Hábitat BL	Habito BL	Culmo BL
Bosque abierto	Estrictamente Erecto	Entrenudo de 20cm

		
Corte Transversal BL	Densidad BL	Renuevos BL
Culmo hueco, pared regular	Planta densa	Brote esparcido

		
Región Nodal BL	Región Nodal BL	Ramificación BL
Nudo con yema	Nudo con múltiples yemas	Inicio de ramificación

		
Hoja Caulinar BL	Hoja Caulinar BL	Hoja Caulinar BL
	Lado Externo	Vaina o ligulla has interno

		
Hoja Caulinar BL	Hoja Caulinar BL	Hoja Caulinar BL
Lado interno forma triangular		

		
Ramificacion BL	Ramificacion BL	Ramificacion BL
Ramificacion Intravaginal		Ramificacion Intravaginal
		
Inflorescencia BL	Follaje BL	Follaje BL
Pseudo espiguillas	Banda clara	Reves

		
Rizomas BL	Rizomas BL	Rizomas BL
Rizoma paquimorfo	Rizoma de cuello corto	Rizoma de cuello corto

ANEXO C: CERTIFICADO DE USO DE LABORATORIO

Anexo C: Certificado de uso de Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 Av. de la cultura Nro. 733 – Escuela Profesional de Ingeniería Civil



CERTIFICADO DE USO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES PARA TESIS DE INVESTIGACIÓN

EL QUE SUSCRIBE JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL.

HACE CONSTAR:

Que el testista, conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero Civil; Bach. **APOLINAR MAVERICK CHOQUEHUANCA QUISPE** hizo uso del laboratorio para ejecución de la tesis de investigación: **"INFLUENCIA DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y MECANICAS DEL BAMBU (GUADUA TAKAHASHIAE), EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA ECOLOGICA EN EL SECTOR DE KITENI, DISTRITO DE ECHARATI, PROVINCIA DE LA CONVENCION, DEPARTAMENTO CUSCO"**

Los ensayos que realizaron son los siguientes:

Nro	ENSAYO	NORMA	CANT.
01	MÉTODOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH. Resistencia a Compresión Paralela a las fibras.	NTC 5525	30
02	MÉTODOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH. Contenido de Humedad de probetas a Compresión Paralela a las fibras.	NTC 5525	30
03	MÉTODOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH. Resistencia a la compresión Perpendicular a las fibras.	NTC 5525	30
04	MÉTODOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH. Contenido de Humedad de probetas a Compresión Perpendicular a las fibras.	NTC 5525	30
05	MÉTODOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH. Resistencia al corte.	NTC 5525	30
06	MÉTODOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH. Contenido de Humedad de probetas a Corte.	NTC 5525	30
07	MÉTODOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH. Resistencia a Tracción Paralela a las fibras.	NTC 5525	30
08	MÉTODOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH. Contenido de Humedad de probetas a Tracción Paralela a las fibras.	NTC 5525	30
09	MÉTODOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH. Resistencia a Flexión.	NTC 5525	30
10	MÉTODOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH. Contenido de Humedad de probetas a Flexión.	NTC 5525	30
11	MADERA, Método para determinar la densidad.	NTP 251.001	30

Se le expide la presente constancia a solicitud escrita por los interesados; con fines académicos para la tesis de investigación.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 Facultad de Ingeniería Civil
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

Ing. Luz Mercedes Nieto Palomino
 Jefe de Laboratorio



Cusco, 16 de julio del 2025

ANEXO D: GUÍA DE OBSERVACIÓN DENSIDAD

Anexo D: Guía de Observación Densidad

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	

GUIA DE OBSERVACION N° 06: DENSIDAD

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: BAMBU
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 1I-15M
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: Horno, Balanza, Probeta graduada
NORMA: NTP.251.001

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 75.96
PESO SECO (g): 57.47
CONTENIDO DE HUMEDAD: 32.20%

ID	Peso (g)	Peso S. (g)	vol. (mL)	Densidad	Densidad Basica	Longitud (cm)	Densidad Lineal
1I	215.4	173.8	366.0	0.588	0.475	10.2	21.1
1M	206.3	166.3	233.0	0.885	0.714	15.0	13.8
2I	250.1	207.3	390.0	0.641	0.531	10.9	22.9
2M	148.0	120.1	204.0	0.725	0.589	11.5	12.9
3I	173.0	114.4	250.0	0.692	0.458	12.0	14.4
3M	101.5	81.4	158.0	0.642	0.515	12.2	8.3
4I	230.7	186.1	353.0	0.654	0.527	8.4	27.5
4M	153.5	128.7	199.0	0.771	0.646	12.2	12.6
5I	191.9	162.5	325.0	0.591	0.500	11.4	16.8
5M	155.1	127.9	288.0	0.538	0.444	12.6	12.3
6I	228.5	186.1	378.0	0.604	0.492	11.2	20.4
6M	110.5	93.2	152.0	0.727	0.613	11.5	9.6
7I	237.8	204.8	402.0	0.592	0.510	10.5	22.7
7M	157.4	131.6	255.0	0.617	0.516	12.3	12.8
8I	139.5	114.3	191.0	0.730	0.598	12.0	11.6
8M	92.4	77.1	121.0	0.764	0.637	10.8	8.6
9I	163.6	133.4	220.0	0.744	0.606	11.0	14.9
9M	95.6	78.5	149.0	0.641	0.527	9.9	9.7
10I	201.0	163.5	335.0	0.600	0.488	9.4	21.4
10M	145.4	121.1	199.0	0.731	0.609	12.2	11.9
11I	164.6	130.9	230.0	0.716	0.569	11.7	14.1
11M	134.6	111.3	219.0	0.615	0.508	12.5	10.8
12I	100.4	80.2	178.0	0.564	0.450	11.0	9.1
12M	115.4	95.7	221.0	0.522	0.433	9.0	12.8
13I	191.6	141.9	288.0	0.665	0.493	11.5	16.7
13M	93.6	78.7	115.0	0.814	0.684	10.3	9.1
14I	319.1	246.7	535.0	0.596	0.461	11.7	27.3
14M	150.5	125.4	251.0	0.599	0.500	11.8	12.8
15I	173.5	147.6	240.0	0.723	0.615	12.2	14.2
15M	130.8	109.7	205.0	0.638	0.535	13.0	10.1

RESULTADOS DEL ENSAYO

Densidad (gr/cm³): 0.664
Densidad Basica (gr/cm³): 0.541
Densidad Lineal (kg/m): 1.48

Imágenes:



ANEXO E: RESISTENCIA A COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
 DIAMETRO (mm):101.35 | ALTURA (mm):102.6
 ESPESOR (mm): 26.85 | AREA (mm2):3708.31

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 1I-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 75.96
PESO SECO (g): 57.47
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 32.20%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 14,229.84
 Deformacion MAXIMA (mm): 4.43

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION:
 383.72 Kg/cm²
 MODULO DE ELASTICIDAD:
 39,358.8 Kg/cm²

Imágenes:



Falla: aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 77.40 **ALTURA (mm):** 81.8
ESPEJOR (mm): 11.65 **AREA (mm²):** 1309.81

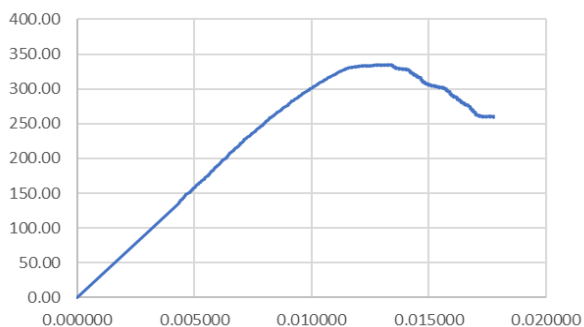
DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 1M-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 27.36
PESO SECO (g): 23.82
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 14.86%

Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 4,397.44
Deformacion MAXIMA (mm): 2.74

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 335.73
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 31,266.58
(Kg/cm²) :

Imágenes:



Falla: aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm):100.3 **ALTURA (mm):**86.05
ESPESOR (mm): 12.65 **AREA (mm²):**1867.34

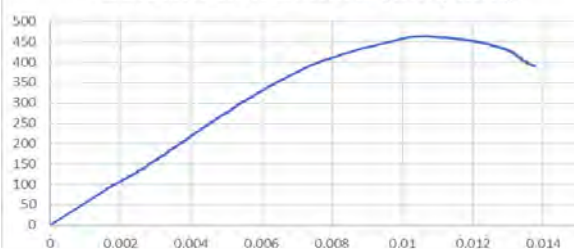
DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 2I-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 26.47
PESO SECO (g): 23.54
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.45%

Curva Esfuerzo (Kg/cm²) /
Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 8,678.65
Deformacion MAXIMA (mm): 2.76

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 464.76
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 54938.75
(Kg/cm²):

Imágenes:



Falla: aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 76.35 ALTURA (mm): 79.25
ESPESOR (mm): 11.45 AREA (mm²): 1270.23

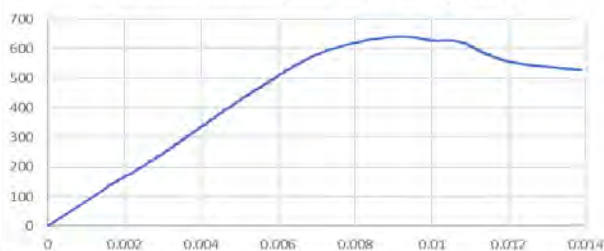
DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 2M-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 17.77
PESO SECO (g): 15.83
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.26%

Curva Esfuerzo (Kg/cm²) /
Deformacion Unitaria (mm/mm)



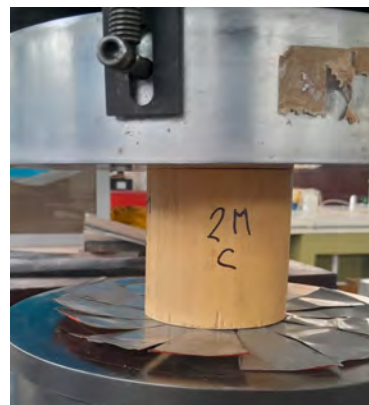
RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 8,132.30
Deformacion MAXIMA (mm): 2.10

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 640.22
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 83907.65
(Kg/cm²):

Imágenes:



Falla: aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

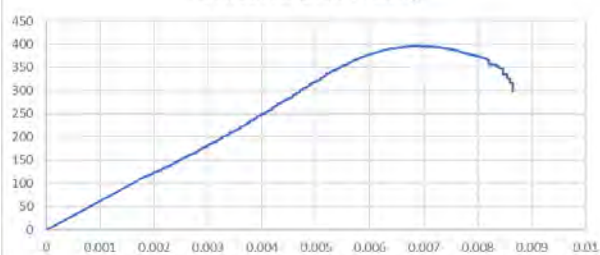
DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm):90.65 **ALTURA (mm):**99.05
ESPEJOR (mm): 11.20 **AREA (mm2):**1496.28

Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 5,927.64
Deformacion MAXIMA (mm): 1.89

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 396.15
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 62906.20
(Kg/cm²) :

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 3I-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 15.67
PESO SECO (g): 13.88
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.90%

Imágenes:



Falla: aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

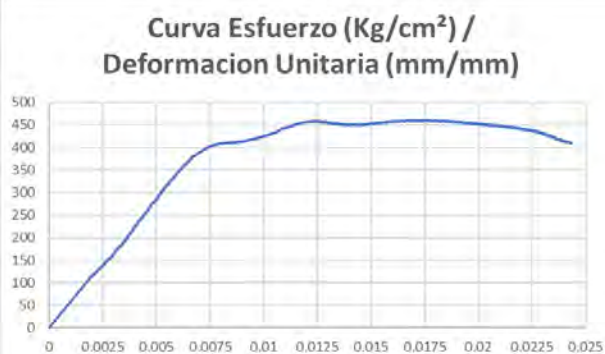
FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm):62.5 ALTURA (mm):61.15
ESPESOR (mm): 9.75 AREA (mm2):882.54

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 3M-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 7.27
PESO SECO (g): 6.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.85%



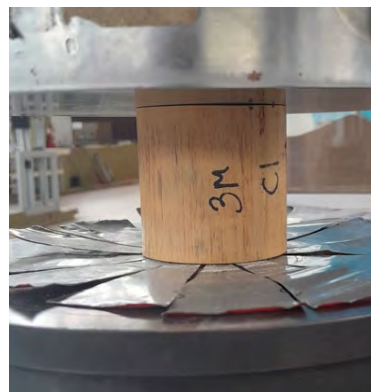
RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 4,076.81
Deformacion MAXIMA (mm): 2.17

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 461.93
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 57340.23
(Kg/cm²):

Imágenes:



Falla: aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

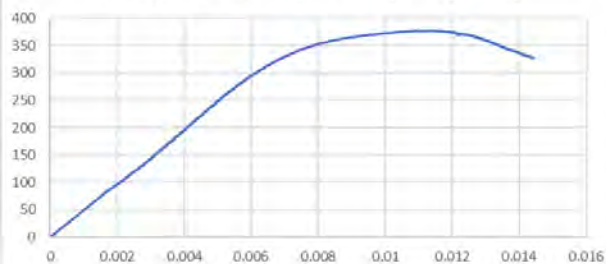
DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 99.05 **ALTURA (mm):** 103.55
ESPESOR (mm): 23.85 **AREA (mm²):** 3264.01

Curva Esfuerzo (Kg/cm²) /
Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 12,353.53
Deformacion MAXIMA (mm): 2.58

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 378.47
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 49517.48
(Kg/cm²):

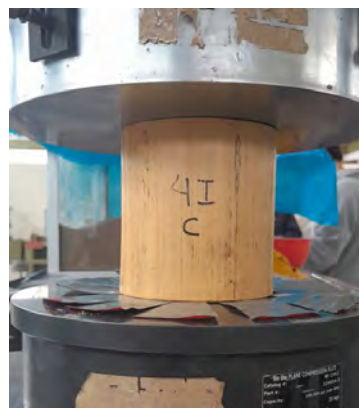
DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 4I-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 47.45
PESO SECO (g): 38.14
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 24.41%

Imágenes:



Falla: aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 4M-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

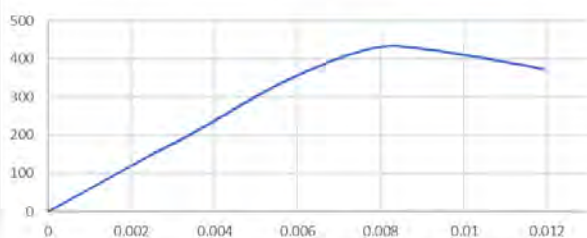
DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm):96.5 ALTURA (mm):95.6
ESPESOR (mm): 14.05 AREA (mm2):1964.75

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 27.21
PESO SECO (g): 24.24
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.25%

Curva Esfuerzo (Kg/cm^2) /
Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 8,546.72
Deformacion MAXIMA (mm): 1.67

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 435
(Kg/cm^2):
MODULO DE ELASTICIDAD 60055.81
(Kg/cm^2):

Imágenes:



Falla: aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 5I-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

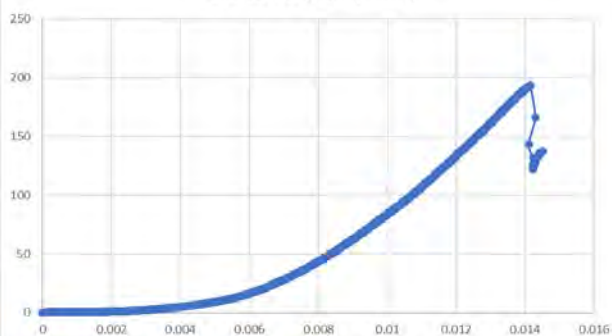
DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 99.0 **ALTURA (mm):** 95.45
ESPESOR (mm): 16.5 **AREA (mm²):** 2,352.07

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 15.67
PESO SECO (g): 13.88
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.90%

Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformación Unitaria (mm/mm)



Imágenes:



Falla: Incompleta

RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 4,550.67
Deformacion MAXIMA (mm): 1.38

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 193.4
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD -
(Kg/cm²) :



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 72.3 **ALTURA (mm):** 79.25
ESPEJOR (mm): 10.1 **AREA (mm²):** 1066.92



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 4,802.82
Deformacion MAXIMA (mm): 3.99

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 450.15
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 47093.33
(Kg/cm²) :

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 5M-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 13.03
PESO SECO (g): 11.71
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.27%

Imágenes:



Falla: aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm):90.3 ALTURA (mm):96.45
ESPESOR (mm): 13.75 AREA (mm²):1801.85



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 6,773.32
Deformacion MAXIMA (mm): 1.59

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 375.9
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 48965.92
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 6I-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 21.71
PESO SECO (g): 19.48
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.45%

Imágenes:



Falla: aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 79.0 **ALTURA (mm):** 83.75
ESPESOR (mm): 11.05 **AREA (mm²):** 1275.33



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 5,184.59
Deformacion MAXIMA (mm): 1.48

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 406.53
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 56523.10
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 6M-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 9.74
PESO SECO (g): 8.77
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.06%

Imágenes:



Falla: aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm):98.15 **ALTURA (mm):**91.15
ESPESOR (mm): 22 **AREA (mm2):**3011.69



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 9,304.78
Deformacion MAXIMA (mm): 4.93

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 308.95
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 24380.86
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 7I-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 23.14
PESO SECO (g): 20.23
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 14.38%

Imágenes:



Falla: aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

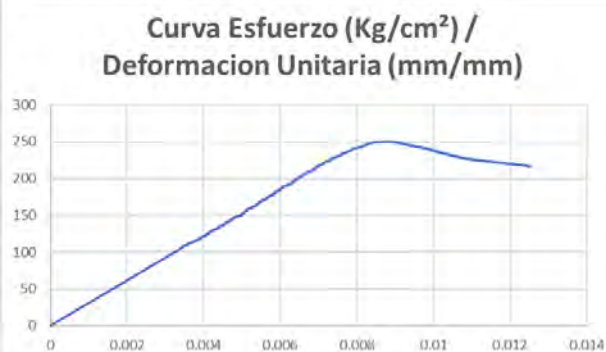
FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 62.5 **ALTURA (mm):** 61.15
ESPESOR (mm): 9.75 **AREA (mm²):** 882.54

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 7M-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 13.76
PESO SECO (g): 12.18
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.97%



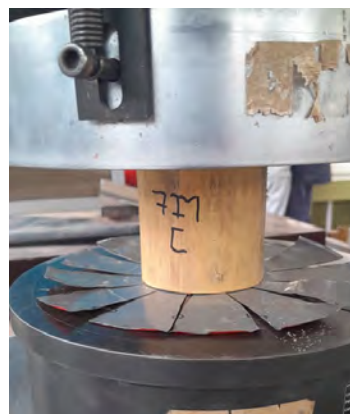
RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 7,530.65
Deformacion MAXIMA (mm): 2.71

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 250.04
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 30741.66
(Kg/cm²):

Imágenes:



Falla: aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



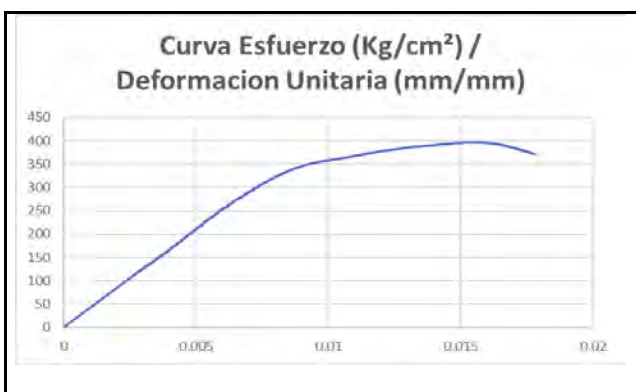
GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm):100.05 ALTURA (mm):91.60
ESPESOR (mm): 17.35 AREA (mm2):2490.27



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 9,911.09
Deformacion MAXIMA (mm): 2.66

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 397.99
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 42275.24
(Kg/cm²):

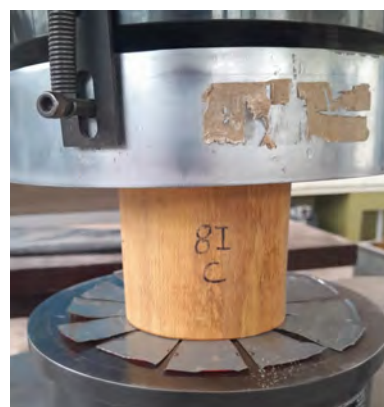
DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 8I-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 25.26
PESO SECO (g): 21.97
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 14.97%

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm):88.55 **ALTURA (mm):**77.8
ESPESOR (mm): 11.45 **AREA (mm2):**1489.66



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg):6,839.52
Deformacion MAXIMA (mm): 1.39

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 459.13
(Kg/cm^2):
MODULO DE ELASTICIDAD 84182.62
(Kg/cm^2) :

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 8M-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 19.2
PESO SECO (g): 17.33
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.79%

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 89.2 **ALTURA (mm):** 95.70
ESPESOR (mm): 10.8 **AREA (mm²):** 1421.63



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 6,233.44
Deformacion MAXIMA (mm): 2.52

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 438.47
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 67901.83
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 9I-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 14.47
PESO SECO (g): 12.89
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.26%

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



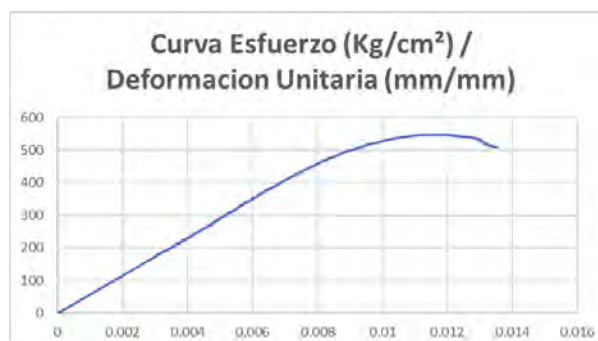
GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm):63.5 ALTURA (mm):64.95
ESPESOR (mm): 10.25 AREA (mm²):939.87



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 5,148.81
Deformacion MAXIMA (mm): 2.46

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 547.81
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 57955.13
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 9M-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 8.31
PESO SECO (g): 7.45
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.54%

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 10I-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

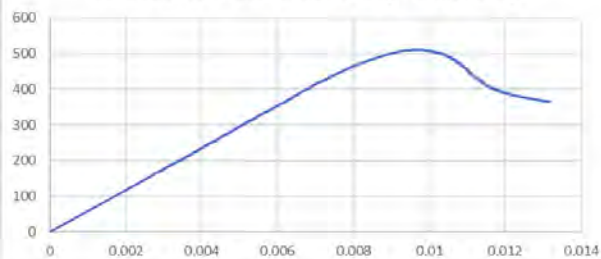
DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 99.50 **ALTURA (mm):** 89.3
ESPESOR (mm): 14.45 **AREA (mm²):** 2094.46

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 14.07
PESO SECO (g): 12.56
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.02%

Curva Esfuerzo (Kg/cm²) /
Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 10,690.05
Deformacion MAXIMA (mm): 2.50

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 510.39
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 58577.97
(Kg/cm²) :

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 62.5 **ALTURA (mm):** 61.15
ESPEJOR (mm): 9.75 **AREA (mm²):** 882.54



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 9,028.67
Deformacion MAXIMA (mm): 1.32

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 577.05
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 65764.88
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 10M-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 7.27
PESO SECO (g): 6.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.85%

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 90.65 **ALTURA (mm):** 99.05
ESPESOR (mm): 11.20 **AREA (mm²):** 1496.28



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 8,742.41
Deformacion MAXIMA (mm): 1.95

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 442.11
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 53878.99
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 11I-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 19.97
PESO SECO (g): 17.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.56%

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 11M-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm):62.5 ALTURA (mm):61.15
ESPESOR (mm): 9.55 AREA (mm2):782.68

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 10.55
PESO SECO (g): 9.46
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.52%

Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 109.31
Deformacion MAXIMA (mm): 0.38

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 13.96
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD -
(Kg/cm²):

Imágenes:



Falla: Incompleta



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

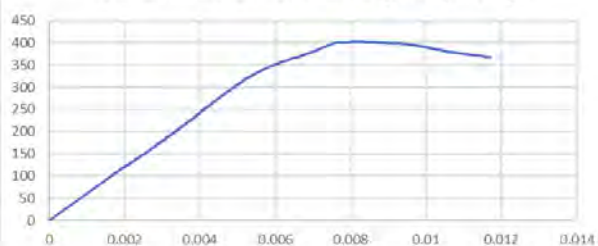
DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 89.65 **ALTURA (mm):** 95.75
ESPEJOR (mm): 12.7 **AREA (mm²):** 1661.76

Curva Esfuerzo (Kg/cm²) /
Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 6,697.75
Deformacion MAXIMA (mm): 1.56

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 403.05
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 60877.05
(Kg/cm²) :

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 12I-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 20.37
PESO SECO (g): 18.21
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.86%

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm):65.4 ALTURA (mm):63.75
ESPESOR (mm): 9.45 AREA (mm²):900.66



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 2,507.40
Deformacion MAXIMA (mm): 1.58

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 278.39
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 89037.14
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 12M-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 7.56
PESO SECO (g): 6.75
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.00%

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 13I-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

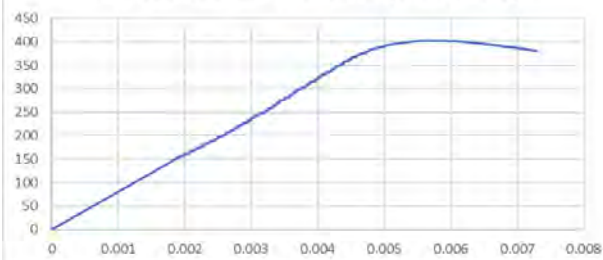
DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm):99.25 ALTURA (mm):100.55
ESPESOR (mm): 21.45 AREA (mm2):2982.72

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 27.93
PESO SECO (g): 24.76
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.80%

Curva Esfuerzo (Kg/cm²) /
Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 12,027.48
Deformacion MAXIMA (mm): 1.65

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 403.24
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 80544.48
(Kg/cm²):

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



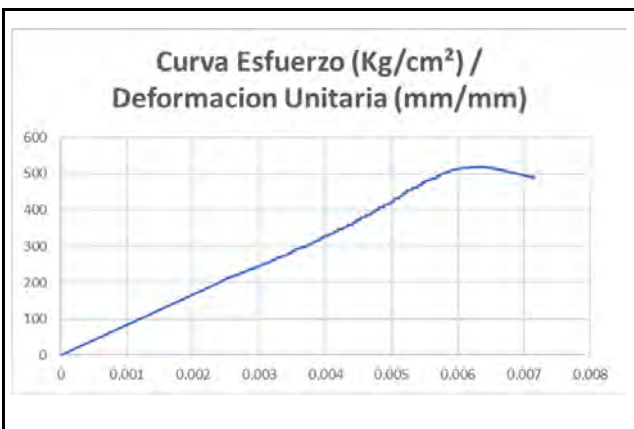
GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 62.5 **ALTURA (mm):** 61.15
ESPESOR (mm): 9.75 **AREA (mm²):** 882.54



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 8,859.59
Deformacion MAXIMA (mm): 1.24

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 518.97
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 83698.62
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 13M-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 11.53
PESO SECO (g): 10.32
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.72%

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm):101.35 **ALTURA (mm):**98.6
ESPESOR (mm): 14.8 **AREA (mm2):**2184.13



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 10,748.25
Deformacion MAXIMA (mm): 2.31

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 492.1
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 88143.40
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 14I-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 25.39
PESO SECO (g): 22.46
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 13.05%

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 62.5 **ALTURA (mm):** 61.15
ESPEJOR (mm): 9.75 **AREA (mm²):** 882.54



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 6,497.85
Deformacion MAXIMA (mm): 1.99

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 480
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 89072.69
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 14M-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 12.63
PESO SECO (g): 11.29
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.87%

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm):90.65 ALTURA (mm):99.05
ESPESOR (mm): 11.20 AREA (mm2):1496.28



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 13,897.75
Deformacion MAXIMA (mm): 2.63

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 367.42
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 45546.91
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 15I-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 15.67
PESO SECO (g): 13.88
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.90%

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01: RESISTENCIA COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 62.5 **ALTURA (mm):** 61.15
ESPEJOR (mm): 9.75 **AREA (mm²):** 882.54



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 7,636.81
Deformacion MAXIMA (mm): 3.10

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A COMPRESION 533.01
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 29572.44
(Kg/cm²):

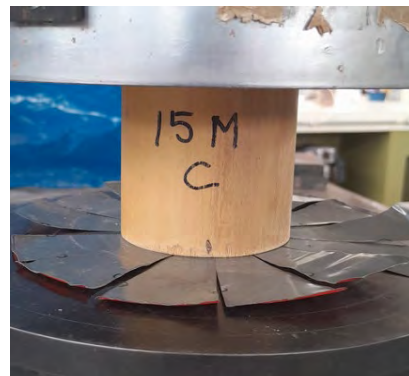
DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 15M-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 7.27
PESO SECO (g): 6.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.85%

Imágenes:



Falla: Aplastamiento

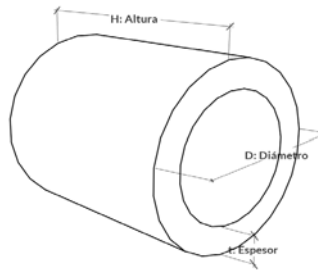
**ANEXO F: GUÍA DE OBSERVACIÓN RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
PERPENDICULAR A LA FIBRA**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="background-color: #d3d3d3;">DATOS DE LA ESPECIE</th> </tr> <tr> <td> NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE FAMILIA: POACEAE </td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="background-color: #d3d3d3;">DATOS DEL ENSAYO</th> </tr> <tr> <td> FECHA: 15/04/2025 EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL NORMA: NTC 5525 VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s DIMENSIONES DE PROBETA: DIAMETRO EXT. 1 (mm):106.3 DIAMETRO INT. 1 (mm):83.7 DIAMETRO EXT. 2 (mm):99.7 DIAMETRO INT. 2 (mm):76.3 ALTURA 1 (mm):173.5 ALTURA 2 (mm):173.1 ESPESOR (mm):11.5 </td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="background-color: #d3d3d3;">RESULTADOS DE EQUIPO:</th> </tr> <tr> <td> Carga MAXIMA (Kg): 84.36 </td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="background-color: #d3d3d3;">RESULTADOS DEL ENSAYO</th> </tr> <tr> <td> ESFUERZO MAX. COMPRESION (Kg/cm²): 56.87 </td> </tr> </table>	DATOS DE LA ESPECIE	NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE FAMILIA: POACEAE	DATOS DEL ENSAYO	FECHA: 15/04/2025 EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL NORMA: NTC 5525 VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s DIMENSIONES DE PROBETA: DIAMETRO EXT. 1 (mm):106.3 DIAMETRO INT. 1 (mm):83.7 DIAMETRO EXT. 2 (mm):99.7 DIAMETRO INT. 2 (mm):76.3 ALTURA 1 (mm):173.5 ALTURA 2 (mm):173.1 ESPESOR (mm):11.5	RESULTADOS DE EQUIPO:	Carga MAXIMA (Kg): 84.36	RESULTADOS DEL ENSAYO	ESFUERZO MAX. COMPRESION (Kg/cm²): 56.87	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="background-color: #d3d3d3;">DATOS DE LA PROBETA</th> </tr> <tr> <td> PROBETA N°: 1I-C2 ORIGEN: KITENI CONDICION: SECA AL AIRE </td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="background-color: #d3d3d3;">CONTENIDO DE HUMEDAD</th> </tr> <tr> <td> PESO HUMEDO (g): 10.51 PESO SECO (g): 9.37 CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.17% </td> </tr> </table>   	DATOS DE LA PROBETA	PROBETA N°: 1I-C2 ORIGEN: KITENI CONDICION: SECA AL AIRE	CONTENIDO DE HUMEDAD	PESO HUMEDO (g): 10.51 PESO SECO (g): 9.37 CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.17%
DATOS DE LA ESPECIE													
NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE FAMILIA: POACEAE													
DATOS DEL ENSAYO													
FECHA: 15/04/2025 EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL NORMA: NTC 5525 VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s DIMENSIONES DE PROBETA: DIAMETRO EXT. 1 (mm):106.3 DIAMETRO INT. 1 (mm):83.7 DIAMETRO EXT. 2 (mm):99.7 DIAMETRO INT. 2 (mm):76.3 ALTURA 1 (mm):173.5 ALTURA 2 (mm):173.1 ESPESOR (mm):11.5													
RESULTADOS DE EQUIPO:													
Carga MAXIMA (Kg): 84.36													
RESULTADOS DEL ENSAYO													
ESFUERZO MAX. COMPRESION (Kg/cm²): 56.87													
DATOS DE LA PROBETA													
PROBETA N°: 1I-C2 ORIGEN: KITENI CONDICION: SECA AL AIRE													
CONTENIDO DE HUMEDAD													
PESO HUMEDO (g): 10.51 PESO SECO (g): 9.37 CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.17%													

Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

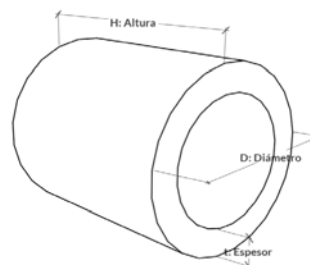
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):76.5
DIAMETRO INT. 1 (mm):64.2
DIAMETRO EXT. 2 (mm):75.3
DIAMETRO INT. 2 (mm):63.4
ALTURA 1 (mm):167.0
ALTURA 2 (mm):167.2
ESPESOR (mm):6.10

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 1M-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.51
PESO SECO (g): 4.03
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.91%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 79.37

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 147.74
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

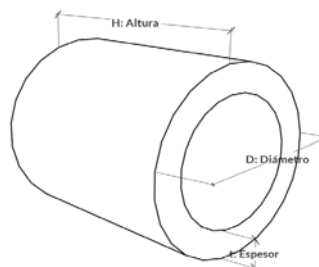
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):102.0
DIAMETRO INT. 1 (mm):77.6
DIAMETRO EXT. 2 (mm):105.8
DIAMETRO INT. 2 (mm):82.0
ALTURA 1 (mm):167.0
ALTURA 2 (mm):167.1
ESPESOR (mm):12.1

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 2I-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.87
PESO SECO (g): 3.49
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.89%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 89.35

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 57.41
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

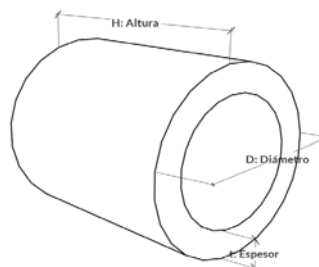
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):73.2
DIAMETRO INT. 1 (mm):60.4
DIAMETRO EXT. 2 (mm):77.1
DIAMETRO INT. 2 (mm):64.5
ALTURA 1 (mm):163.0
ALTURA 2 (mm):162.0
ESPESOR (mm):6.4

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 2M-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.03
PESO SECO (g): 2.74
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.58%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 53.52

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 92.07
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

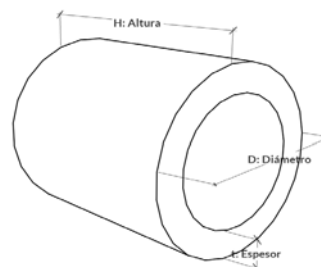
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):92.4
DIAMETRO INT. 1 (mm):80.3
DIAMETRO EXT. 2 (mm):90.2
DIAMETRO INT. 2 (mm):77.8
ALTURA 1 (mm):164.1
ALTURA 2 (mm):165.5
ESPESOR (mm):6.1

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 3I-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.23
PESO SECO (g): 2.88
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.15%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 36.28

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 80.36
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

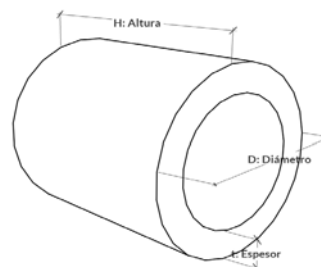
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):63.2
DIAMETRO INT. 1 (mm):53.6
DIAMETRO EXT. 2 (mm):67.2
DIAMETRO INT. 2 (mm):57.5
ALTURA 1 (mm):166.1
ALTURA 2 (mm):165.9
ESPESOR (mm):4.8

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 3M-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.76
PESO SECO (g): 2.48
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.29%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 51.70

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 130.84
(Kg/cm²):

Falla: Por Aplastamiento

IMÁGENES





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

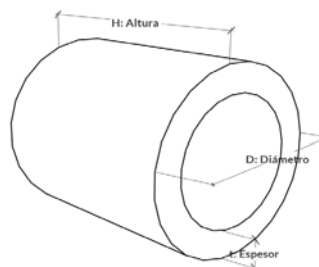
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):101.4
DIAMETRO INT. 1 (mm):65.6
DIAMETRO EXT. 2 (mm):101.7
DIAMETRO INT. 2 (mm):68.2
ALTURA 1 (mm):166.8
ALTURA 2 (mm):170.5
ESPESOR (mm):17.3

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 4I-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 5.43
PESO SECO (g): 4.79
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 13.36%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 67.13

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 20.2
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

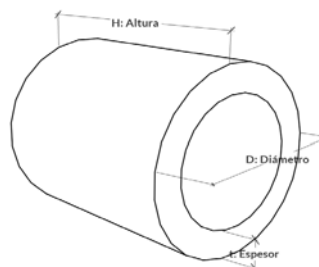
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):93.0
DIAMETRO INT. 1 (mm):80.0
DIAMETRO EXT. 2 (mm):100.4
DIAMETRO INT. 2 (mm):87.8
ALTURA 1 (mm):162.5
ALTURA 2 (mm):163.5
ESPESOR (mm):6.4

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 4M-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.88
PESO SECO (g): 3.49
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.17%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 57.15

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 124.16
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

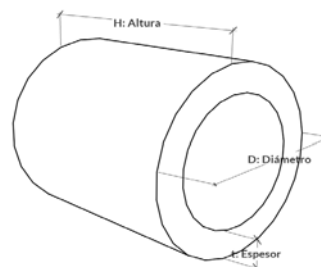
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):101.5
DIAMETRO INT. 1 (mm):83.4
DIAMETRO EXT. 2 (mm):99.9
DIAMETRO INT. 2 (mm):82.2
ALTURA 1 (mm):166.0
ALTURA 2 (mm):163.5
ESPESOR (mm):9.0

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 5I-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.86
PESO SECO (g): 3.49
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.60%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 58.96

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 67.48
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

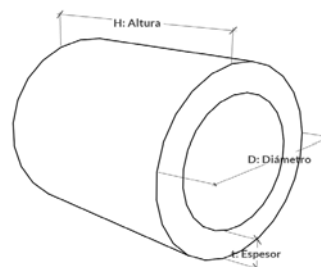
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):71.3
DIAMETRO INT. 1 (mm):61.1
DIAMETRO EXT. 2 (mm):70.0
DIAMETRO INT. 2 (mm):59.3
ALTURA 1 (mm):163.2
ALTURA 2 (mm):163.5
ESPESOR (mm):5.2

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 5M-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.65
PESO SECO (g): 2.39
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.88%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 64.41

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 153.06
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

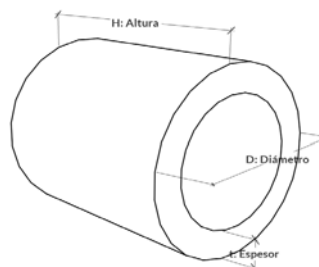
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):98.0
DIAMETRO INT. 1 (mm):73.5
DIAMETRO EXT. 2 (mm):94.1
DIAMETRO INT. 2 (mm):70.3
ALTURA 1 (mm):171.1
ALTURA 2 (mm):172.5
ESPESOR (mm):12.1

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 6I-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.86
PESO SECO (g): 3.49
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.60%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 196.85

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 113.22
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

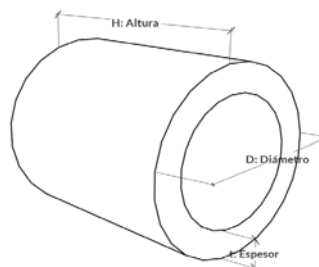
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):69.6
DIAMETRO INT. 1 (mm):57.3
DIAMETRO EXT. 2 (mm):65.1
DIAMETRO INT. 2 (mm):54.3
ALTURA 1 (mm):164.0
ALTURA 2 (mm):163.0
ESPESOR (mm):5.8

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 6M-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.86
PESO SECO (g): 3.49
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.60%



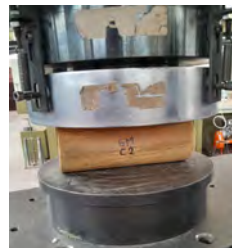
RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 47.62

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 88.23
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

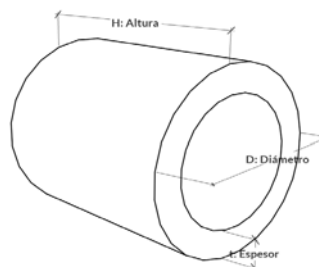
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):99.4
DIAMETRO INT. 1 (mm):85.7
DIAMETRO EXT. 2 (mm):97.8
DIAMETRO INT. 2 (mm):84.0
ALTURA 1 (mm):171.2
ALTURA 2 (mm):169.0
ESPESOR (mm):6.9

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 7I-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.85
PESO SECO (g): 4.36
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.24%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 44.90

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 82.6
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

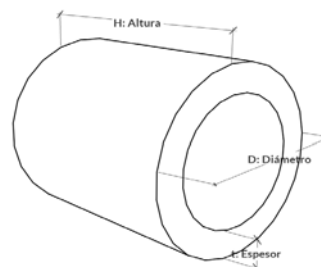
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):73.1
DIAMETRO INT. 1 (mm):60.7
DIAMETRO EXT. 2 (mm):72.7
DIAMETRO INT. 2 (mm):60.4
ALTURA 1 (mm):166.8
ALTURA 2 (mm):166.5
ESPESOR (mm):6.2

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 7M-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.42
PESO SECO (g): 3.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.32%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 93.89

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 161.57
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

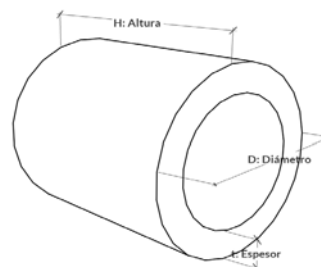
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):100.9
DIAMETRO INT. 1 (mm):64.3
DIAMETRO EXT. 2 (mm):98.0
DIAMETRO INT. 2 (mm):60.4
ALTURA 1 (mm):170.0
ALTURA 2 (mm):168.0
ESPESOR (mm):18.6

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 8I-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 5.03
PESO SECO (g): 4.44
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 13.29%



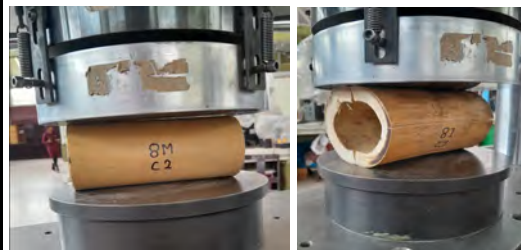
RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 64.86

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 16.64
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

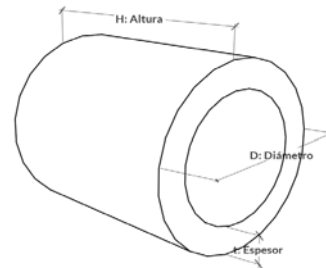
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):70.1
DIAMETRO INT. 1 (mm):57.9
DIAMETRO EXT. 2 (mm):70.8
DIAMETRO INT. 2 (mm):58.5
ALTURA 1 (mm):173.0
ALTURA 2 (mm):171.0
ESPESOR (mm):6.1

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 8M-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.62
PESO SECO (g): 3.26
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.04%



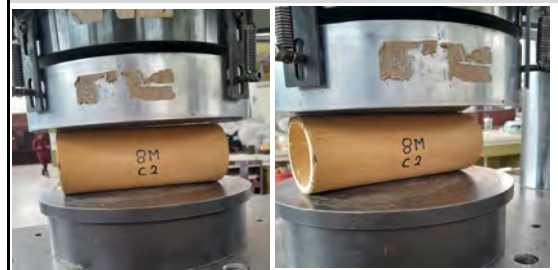
RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 87.86

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 143.99
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

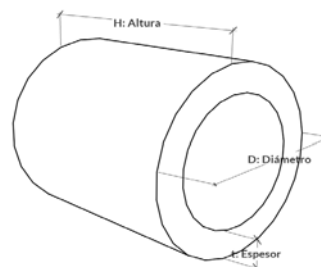
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):93.4
DIAMETRO INT. 1 (mm):80.2
DIAMETRO EXT. 2 (mm):93.2
DIAMETRO INT. 2 (mm):80.6
ALTURA 1 (mm):163.5
ALTURA 2 (mm):163.2
ESPESOR (mm):6.5

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 9I-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.21
PESO SECO (g): 3.75
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.27%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 3.62

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 7.45
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

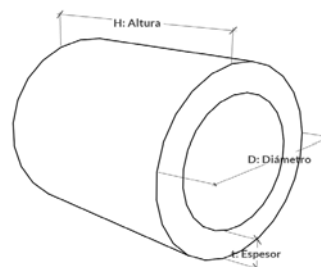
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):64.4
DIAMETRO INT. 1 (mm):54.6
DIAMETRO EXT. 2 (mm):65.2
DIAMETRO INT. 2 (mm):54.9
ALTURA 1 (mm):166.5
ALTURA 2 (mm):166.0
ESPESOR (mm):5.0

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 9M-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.12
PESO SECO (g): 1.88
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.77%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 57.60

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 133.37
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

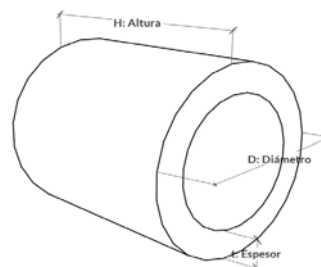
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):101.3
DIAMETRO INT. 1 (mm):84.4
DIAMETRO EXT. 2 (mm):102.4
DIAMETRO INT. 2 (mm):86.8
ALTURA 1 (mm):170.5
ALTURA 2 (mm):172.0
ESPESOR (mm):6.0

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 10I-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.72
PESO SECO (g): 4.22
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.85%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 53.07

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 71.72
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

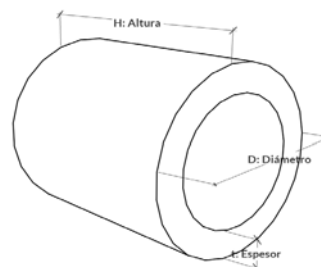
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):83.0
DIAMETRO INT. 1 (mm):71.4
DIAMETRO EXT. 2 (mm):83.4
DIAMETRO INT. 2 (mm):71.2
ALTURA 1 (mm):163.0
ALTURA 2 (mm):161.0
ESPESOR (mm):6.0

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 10M-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.42
PESO SECO (g): 3.06
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.76%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 96.61

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 210.23
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

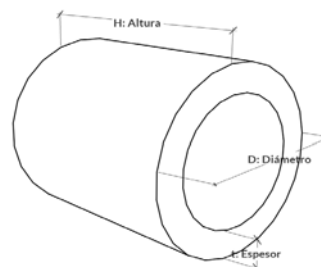
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):102.0
DIAMETRO INT. 1 (mm):86.9
DIAMETRO EXT. 2 (mm):102.3
DIAMETRO INT. 2 (mm):87.9
ALTURA 1 (mm):166.5
ALTURA 2 (mm):169.5
ESPESOR (mm):7.4

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 11I-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.99
PESO SECO (g): 3.59
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.14%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 96.36

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 161.58
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

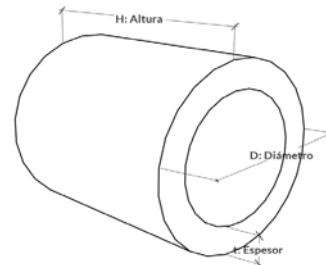
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):56.8
DIAMETRO INT. 1 (mm):47.6
DIAMETRO EXT. 2 (mm):61.6
DIAMETRO INT. 2 (mm):50.8
ALTURA 1 (mm):162.2
ALTURA 2 (mm):164.5
ESPESOR (mm):5.0

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 11M-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.5
PESO SECO (g): 2.24
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.61%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 119.54

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 259.94
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

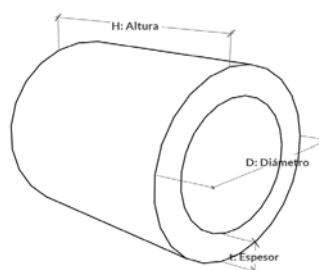
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):88.1
DIAMETRO INT. 1 (mm):75.7
DIAMETRO EXT. 2 (mm):87.7
DIAMETRO INT. 2 (mm):75.3
ALTURA 1 (mm):163.2
ALTURA 2 (mm):163.0
ESPESOR (mm):6.2

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 12I-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.62
PESO SECO (g): 3.26
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.04%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 82.72

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 173.96
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

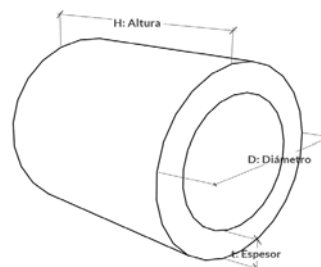
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):67.8
DIAMETRO INT. 1 (mm):57.0
DIAMETRO EXT. 2 (mm):67.7
DIAMETRO INT. 2 (mm):58.0
ALTURA 1 (mm):163.0
ALTURA 2 (mm):163.5
ESPESOR (mm):5.1

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 12M-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.08
PESO SECO (g): 2.76
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.59%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 68.63

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 162.66
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

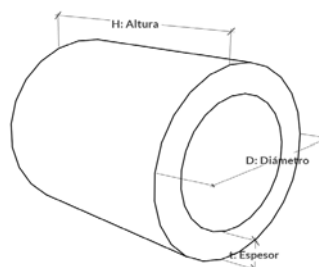
PROBETA N°: 13I-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):100.5
DIAMETRO INT. 1 (mm):71.4
DIAMETRO EXT. 2 (mm):100.8
DIAMETRO INT. 2 (mm):73.0
ALTURA 1 (mm):182.0
ALTURA 2 (mm):183.0
ESPESOR (mm):14.2

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 7.0
PESO SECO (g): 6.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.11%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 274.54

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 112.24
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

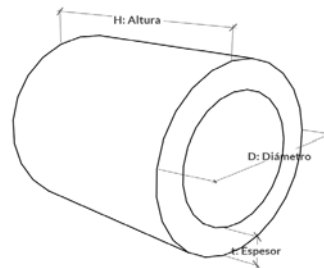
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):93.9
DIAMETRO INT. 1 (mm):79.4
DIAMETRO EXT. 2 (mm):94.1
DIAMETRO INT. 2 (mm):79.8
ALTURA 1 (mm):170.0
ALTURA 2 (mm):168.0
ESPESOR (mm):7.2

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 13M-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.07
PESO SECO (g): 3.64
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.81%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 95.45

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 153.62
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

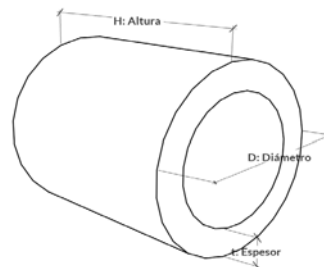
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):97.8
DIAMETRO INT. 1 (mm):83.4
DIAMETRO EXT. 2 (mm):104.7
DIAMETRO INT. 2 (mm):90.7
ALTURA 1 (mm):170.0
ALTURA 2 (mm):169.0
ESPESOR (mm):7.1

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 14I-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.96
PESO SECO (g): 4.42
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.22%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 60.45

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 107.45
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

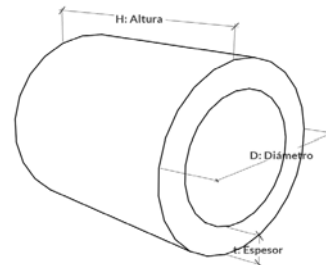
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):74.5
DIAMETRO INT. 1 (mm):61.7
DIAMETRO EXT. 2 (mm):72.4
DIAMETRO INT. 2 (mm):60.1
ALTURA 1 (mm):166.5
ALTURA 2 (mm):168.5
ESPESOR (mm):6.3

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 14M-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.43
PESO SECO (g): 3.98
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.31%



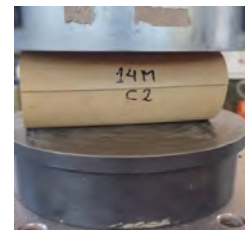
RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 92.27

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 154.14
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

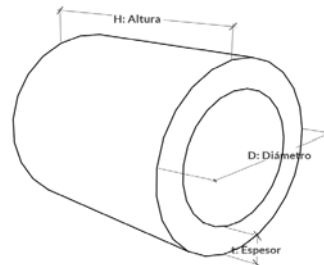
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):106.7
DIAMETRO INT. 1 (mm):71.7
DIAMETRO EXT. 2 (mm):104.6
DIAMETRO INT. 2 (mm):70.9
ALTURA 1 (mm):171.5
ALTURA 2 (mm):170.5
ESPESOR (mm):17.2

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 15I-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 6.2
PESO SECO (g): 5.51
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.52%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 172.27

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 54.12
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: RESISTENCIA COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

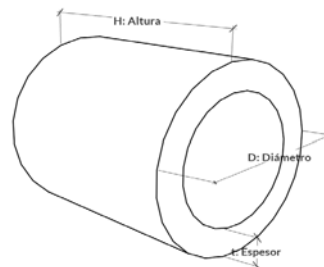
FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):78.4
DIAMETRO INT. 1 (mm):66.2
DIAMETRO EXT. 2 (mm):77.9
DIAMETRO INT. 2 (mm):65.3
ALTURA 1 (mm):165.0
ALTURA 2 (mm):167.0
ESPESOR (mm):7.1

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 15M-C2
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.57
PESO SECO (g): 3.22
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.87%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 114.09

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. COMPRESION 209.59
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Por Aplastamiento

ANEXO G: GUÍA DE OBSERVACIÓN RESISTENCIA A CORTE



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

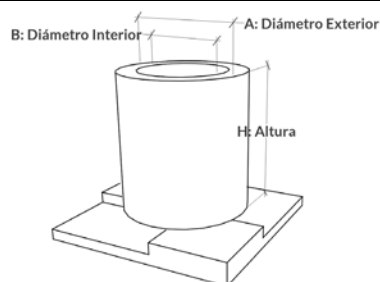
FECHA: 04/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
 DIAMETRO EXT. 1 (mm):101.35
 DIAMETRO INT. 1 (mm):101.35
 DIAMETRO EXT. 2 (mm):101.35
 DIAMETRO INT. 2 (mm):101.35
 ALTURA 1 (mm):94.2
 ALTURA 2 (mm):94.4
 AREA (cm²):55.52

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 1I-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 16.91
PESO SECO (g): 14.57
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 16.06%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 2,740.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 49.35
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

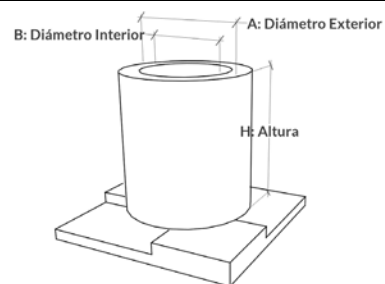
FECHA: 04/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):78.5
DIAMETRO INT. 1 (mm):66.9
DIAMETRO EXT. 2 (mm):76.4
DIAMETRO INT. 2 (mm):64.6
ALTURA 1 (mm):79.6
ALTURA 2 (mm):79.7
AREA (cm²):18.64

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 1I-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 11.02
PESO SECO (g): 9.69
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 13.73%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1,760.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 94.42
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

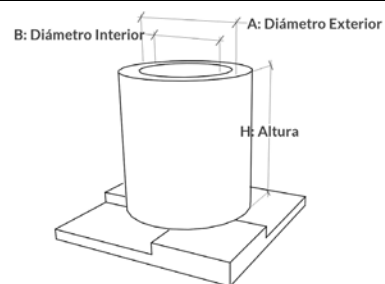
FECHA: 04/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):102.5
DIAMETRO INT. 1 (mm):82.4
DIAMETRO EXT. 2 (mm):104.6
DIAMETRO INT. 2 (mm):85.8
ALTURA 1 (mm):93.4
ALTURA 2 (mm):95.1
AREA (cm²):36.65

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 2I-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 12.5
PESO SECO (g): 10.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 15.74%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 3,000.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 81.85
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

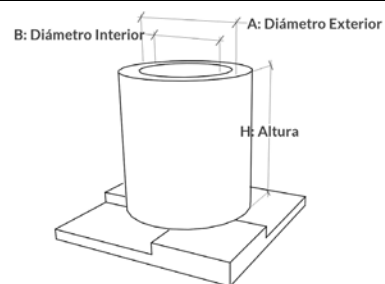
FECHA: 04/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):77.9
DIAMETRO INT. 1 (mm):65.3
DIAMETRO EXT. 2 (mm):74.6
DIAMETRO INT. 2 (mm):62.5
ALTURA 1 (mm):78.8
ALTURA 2 (mm):79.2
AREA (cm²):19.52

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 2M-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 8.95
PESO SECO (g): 7.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 14.74%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1,520.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 77.85
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

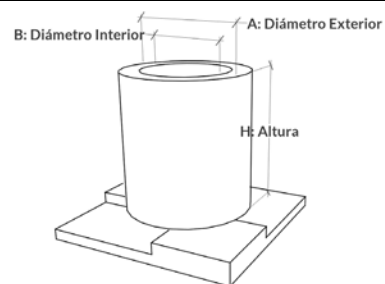
FECHA: 04/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):91.0
DIAMETRO INT. 1 (mm):77.5
DIAMETRO EXT. 2 (mm):91.1
DIAMETRO INT. 2 (mm):77.1
ALTURA 1 (mm):93.9
ALTURA 2 (mm):93.5
AREA (cm²):36.65

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 3I-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 9.7
PESO SECO (g): 8.48
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 14.39%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1,430.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 55.5
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

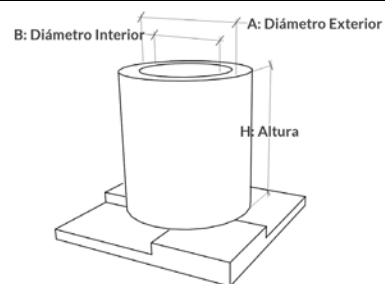
FECHA: 04/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):63.0
DIAMETRO INT. 1 (mm):54.1
DIAMETRO EXT. 2 (mm):61.3
DIAMETRO INT. 2 (mm):51.9
ALTURA 1 (mm):61.2
ALTURA 2 (mm):60.8
AREA (cm²):11.16

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 3M-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 10.06
PESO SECO (g): 8.81
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 14.19%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1,610.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 114.24
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

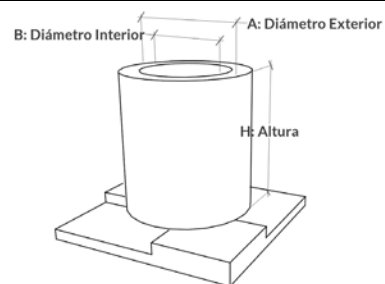
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):102.7
DIAMETRO INT. 1 (mm):80.7
DIAMETRO EXT. 2 (mm):102.7
DIAMETRO INT. 2 (mm):81.2
ALTURA 1 (mm):100.9
ALTURA 2 (mm):101.1
AREA (cm²):36.65

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 4I-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 7.21
PESO SECO (g): 6.18
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 16.67%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 3,060.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 69.65
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

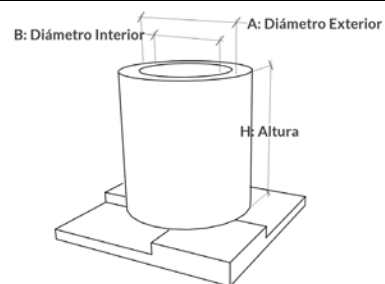
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):97.0
DIAMETRO INT. 1 (mm):84.4
DIAMETRO EXT. 2 (mm):93.4
DIAMETRO INT. 2 (mm):80.6
ALTURA 1 (mm):89.5
ALTURA 2 (mm):89.1
AREA (cm²):22.68

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 4M-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 12.62
PESO SECO (g): 11.06
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 14.10%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1,770.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 78.04
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

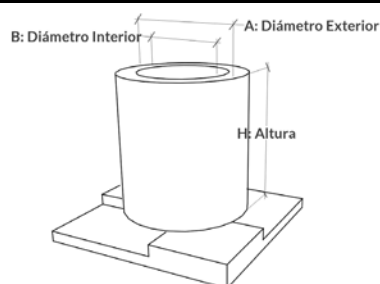
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):100.6
DIAMETRO INT. 1 (mm):81.1
DIAMETRO EXT. 2 (mm):102.1
DIAMETRO INT. 2 (mm):83.0
ALTURA 1 (mm):94.7
ALTURA 2 (mm):94.6
AREA (cm²):36.54

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 5I-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 6.27
PESO SECO (g): 5.62
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.57%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 2,100.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 57.48
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

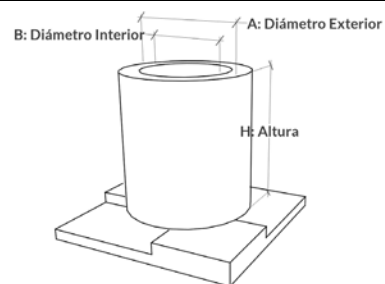
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):71.4
DIAMETRO INT. 1 (mm):60.6
DIAMETRO EXT. 2 (mm):72.8
DIAMETRO INT. 2 (mm):61.7
ALTURA 1 (mm):71.7
ALTURA 2 (mm):71.4
AREA (cm²):15.67

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 5M-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 7.78
PESO SECO (g): 7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.14%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 850.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 54.25
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

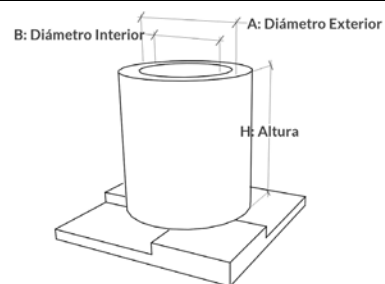
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):99.5
DIAMETRO INT. 1 (mm):75.9
DIAMETRO EXT. 2 (mm):92.7
DIAMETRO INT. 2 (mm):70.5
ALTURA 1 (mm):99.4
ALTURA 2 (mm):97.7
AREA (cm²):45.15

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 6I-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 11.81
PESO SECO (g): 10.45
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 13.01%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 2,830.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 62.68
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

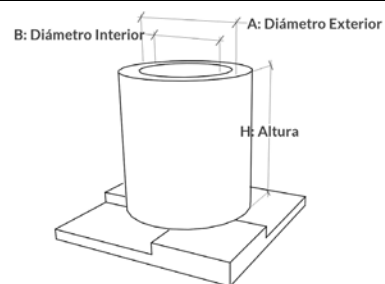
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):80.7
DIAMETRO INT. 1 (mm):69.1
DIAMETRO EXT. 2 (mm):78.0
DIAMETRO INT. 2 (mm):66.4
ALTURA 1 (mm):83.1
ALTURA 2 (mm):82.8
AREA (cm²):19.24

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 6M-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 7.05
PESO SECO (g): 6.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.90%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1,350.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 70.15
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

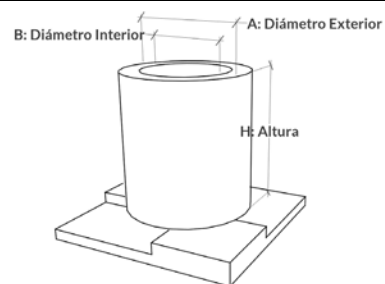
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):101.6
DIAMETRO INT. 1 (mm):75.6
DIAMETRO EXT. 2 (mm):92.7
DIAMETRO INT. 2 (mm):67.2
ALTURA 1 (mm):97.9
ALTURA 2 (mm):98.2
AREA (cm²):50.50

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 7I-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 13.03
PESO SECO (g): 11.49
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 13.40%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 3,140.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 62.18
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

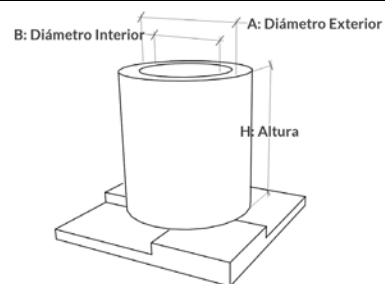
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):72.8
DIAMETRO INT. 1 (mm):60.5
DIAMETRO EXT. 2 (mm):73.9
DIAMETRO INT. 2 (mm):62.2
ALTURA 1 (mm):70.8
ALTURA 2 (mm):70.3
AREA (cm²):16.93

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 7M-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 10.21
PESO SECO (g): 9.07
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.57%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1,650.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 97.44
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

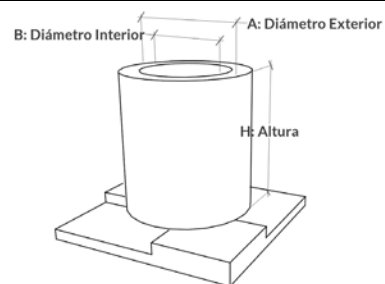
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):102.9
DIAMETRO INT. 1 (mm):81.0
DIAMETRO EXT. 2 (mm):96.9
DIAMETRO INT. 2 (mm):75.6
ALTURA 1 (mm):99.2
ALTURA 2 (mm):100.2
AREA (cm²):43.07

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 8I-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 9.74
PESO SECO (g): 8.32
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 17.07%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1,980.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 45.97
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

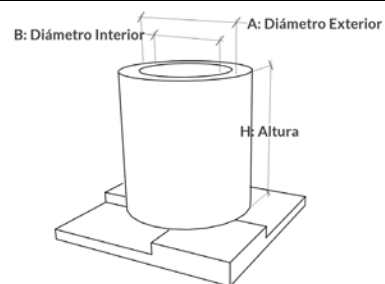
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):101.6
DIAMETRO INT. 1 (mm):75.6
DIAMETRO EXT. 2 (mm):92.7
DIAMETRO INT. 2 (mm):67.2
ALTURA 1 (mm):97.9
ALTURA 2 (mm):98.2
AREA (cm²):50.50

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 8M-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 11.43
PESO SECO (g): 10.04
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 13.84%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1,410.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 73.90
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

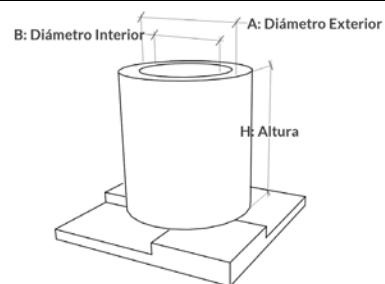
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):81.4
DIAMETRO INT. 1 (mm):68.8
DIAMETRO EXT. 2 (mm):86.4
DIAMETRO INT. 2 (mm):75.3
ALTURA 1 (mm):102.9
ALTURA 2 (mm):102.6
AREA (cm²):24.35

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 9I-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 8.05
PESO SECO (g): 7.05
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 14.18%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1,110.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 45.58
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

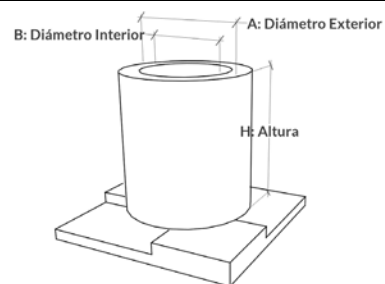
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):63.5
DIAMETRO INT. 1 (mm):51.5
DIAMETRO EXT. 2 (mm):62.8
DIAMETRO INT. 2 (mm):51.8
ALTURA 1 (mm):95.7
ALTURA 2 (mm):94.9
AREA (cm²):21.92

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 9M-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 7.77
PESO SECO (g): 6.71
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 15.80%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1,230.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 56.11
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

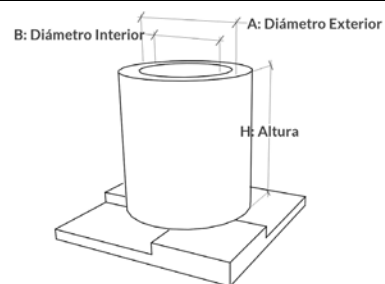
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):103.0
DIAMETRO INT. 1 (mm):87.6
DIAMETRO EXT. 2 (mm):102.3
DIAMETRO INT. 2 (mm):86.7
ALTURA 1 (mm):99.2
ALTURA 2 (mm):99.5
AREA (cm²):30.8

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 10I-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 9.75
PESO SECO (g): 8.63
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.98%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1,330.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 43.18
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

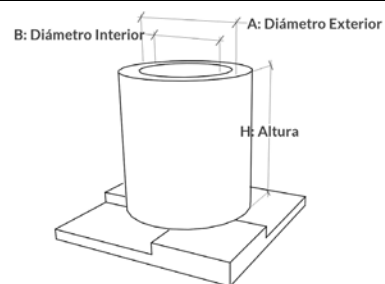
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):78.7
DIAMETRO INT. 1 (mm):66.5
DIAMETRO EXT. 2 (mm):78.0
DIAMETRO INT. 2 (mm):64.7
ALTURA 1 (mm):88.3
ALTURA 2 (mm):88.0
AREA (cm²):22.48

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 10M-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 8.38
PESO SECO (g): 7.36
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 13.86%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 2,160.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 96.10
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

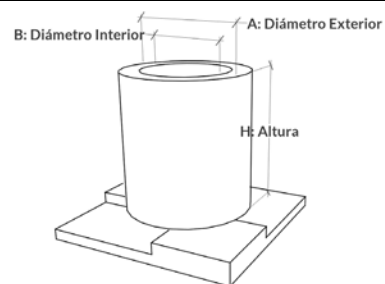
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):100.3
DIAMETRO INT. 1 (mm):86.2
DIAMETRO EXT. 2 (mm):101.2
DIAMETRO INT. 2 (mm):86.6
ALTURA 1 (mm):94.0
ALTURA 2 (mm):94.0
AREA (cm²):26.98

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 11I-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.71
PESO SECO (g): 4.16
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 13.22%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 2,180.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 80.81
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

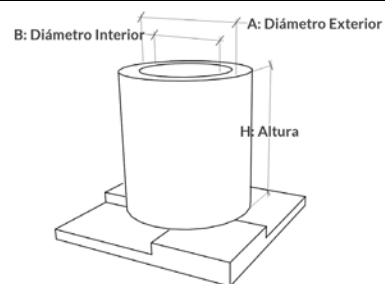
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):97.6
DIAMETRO INT. 1 (mm):83.6
DIAMETRO EXT. 2 (mm):102.3
DIAMETRO INT. 2 (mm):87.8
ALTURA 1 (mm):90.7
ALTURA 2 (mm):90.6
AREA (cm²):25.84

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 11M-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.13
PESO SECO (g): 3.63
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 13.77%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1,650.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 63.87
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

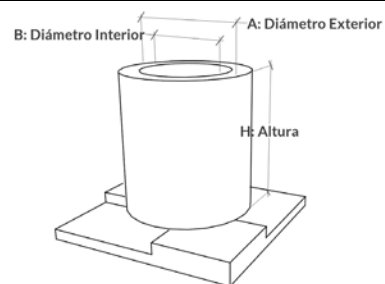
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):89.4
DIAMETRO INT. 1 (mm):77.0
DIAMETRO EXT. 2 (mm):87.2
DIAMETRO INT. 2 (mm):74.8
ALTURA 1 (mm):93.8
ALTURA 2 (mm):93.5
AREA (cm²):23.23

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 12I-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.72
PESO SECO (g): 3.32
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.05%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1,590.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 68.46
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

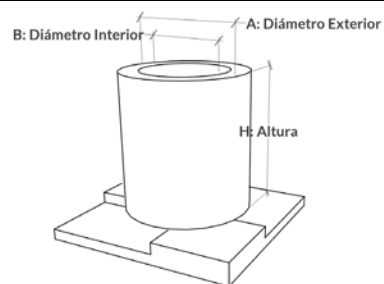
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):66.4
DIAMETRO INT. 1 (mm):56.4
DIAMETRO EXT. 2 (mm):66.2
DIAMETRO INT. 2 (mm):55.6
ALTURA 1 (mm):71.0
ALTURA 2 (mm):69.1
AREA (cm²):14.42

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 12M-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.3
PESO SECO (g): 2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 15.00%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1,230.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 85.27
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

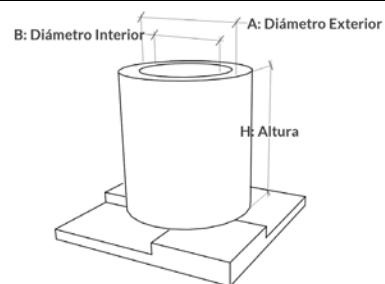
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):98.7
DIAMETRO INT. 1 (mm):73.8
DIAMETRO EXT. 2 (mm):94.4
DIAMETRO INT. 2 (mm):70.7
ALTURA 1 (mm):105.4
ALTURA 2 (mm):106.1
AREA (cm²):51.39

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 13I-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 10.01
PESO SECO (g): 8.45
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 18.46%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 2,430.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 47.29
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

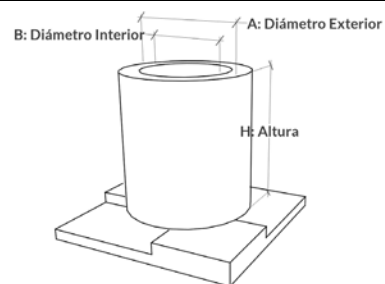
PROBETA N°: 13M-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):98.5
DIAMETRO INT. 1 (mm):79.0
DIAMETRO EXT. 2 (mm):98.7
DIAMETRO INT. 2 (mm):79.5
ALTURA 1 (mm):101.6
ALTURA 2 (mm):100.5
AREA (cm²):39.11

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 7.28
PESO SECO (g): 6.32
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 15.19%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1,790.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 45.77
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

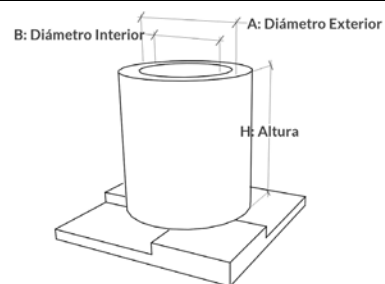
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):100.6
DIAMETRO INT. 1 (mm):85.9
DIAMETRO EXT. 2 (mm):105.8
DIAMETRO INT. 2 (mm):91.6
ALTURA 1 (mm):100.3
ALTURA 2 (mm):100.2
AREA (cm²):28.97

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 141-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 5.8
PESO SECO (g): 5.13
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 13.06%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1,470.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 50.74
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

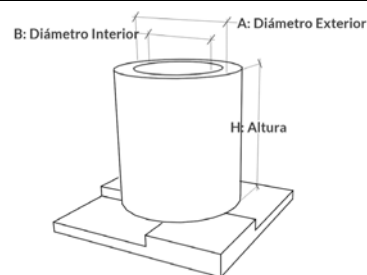
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):72.0
DIAMETRO INT. 1 (mm):60.0
DIAMETRO EXT. 2 (mm):73.4
DIAMETRO INT. 2 (mm):61.0
ALTURA 1 (mm):94.8
ALTURA 2 (mm):94.4
AREA (cm²):23.08

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 14M-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.92
PESO SECO (g): 4.38
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.33%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 2,040.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 88.38
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

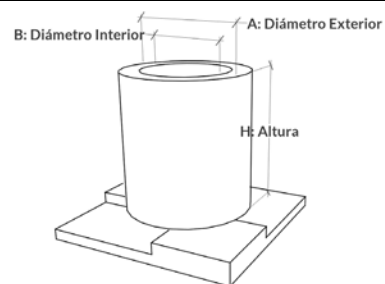
PROBETA N°: 15I-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):100.5
DIAMETRO INT. 1 (mm):74.2
DIAMETRO EXT. 2 (mm):104.5
DIAMETRO INT. 2 (mm):77.5
ALTURA 1 (mm):99.8
ALTURA 2 (mm):100.6
AREA (cm²):53.41

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 10.64
PESO SECO (g): 8.57
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 24.15%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 2,620.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 49.06
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

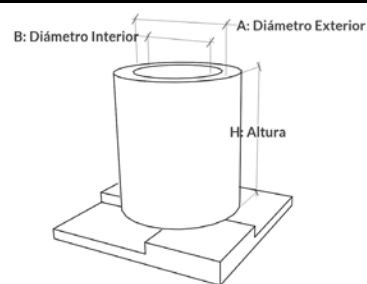
FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: PRENSA DE COMPRESION
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO EXT. 1 (mm):76.0
DIAMETRO INT. 1 (mm):63.4
DIAMETRO EXT. 2 (mm):76.1
DIAMETRO INT. 2 (mm):62.5
ALTURA 1 (mm):94.6
ALTURA 2 (mm):65.1
AREA (cm²):24.85

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 15M-C3
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.65
PESO SECO (g): 4.14
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.32%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1,910.00

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A CORTE 76.85
(Kg/cm²):

IMÁGENES



Falla: Cillazamiento

ANEXO H: GUÍA DE OBSERVACIÓN RESISTENCIA A LA FLEXIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
 DIAMETRO (mm): INERCIA (mm⁴):
 101.43 4660780.0
 ESPESOR (mm): LONGITUD (m):
 22.0 2.87
 AREA (mm²): BRAZO PALANCA (mm)
 3123.3 990

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 1I-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

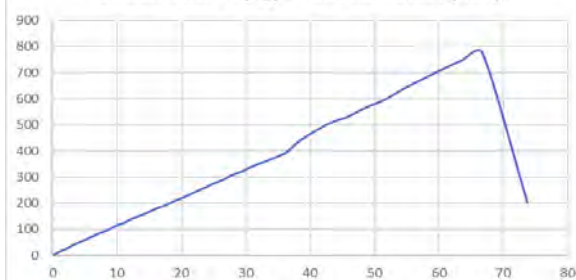
PESO HUMEDO (g): 3.61
PESO SECO (g): 3.25
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.08%

Imágenes:



Falla: Compresion fibra superior

CURVA CARGA (Kg) - DEFORMACION (mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 776.3
 Deformacion MAXIMA (mm): 66.7

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 409.7
 (Kg/cm²):
 MODULO DE ELASTICIDAD 102672
 (Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 86.6
INERCIA (mm⁴): 2081185.0
ESPEJOR (mm): 12.8
LONGITUD (m): 2.6
AREA (mm²): 1611.7
BRAZO PALANCA (mm): 840

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 1M-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.92
PESO SECO (g): 3.53
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.05%

Imágenes:



Falla: Compresion fibra superior



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 609.6
Deformacion MAXIMA (mm): 54.7

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 522.0
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 91955.00
(Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 100.5
INERCIA (mm⁴): 4062039.0
ESPEJOR (mm): 17.1
LONGITUD (m): 2.85
AREA (mm²): 2471.9
BRAZO PALANCA (mm): 910

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 2I-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

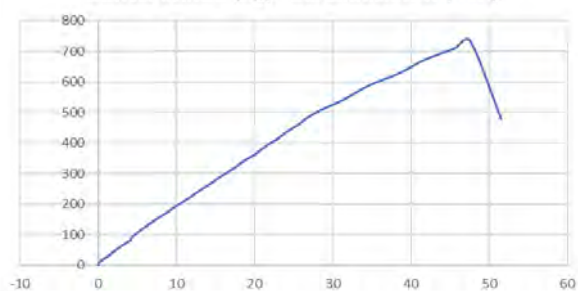
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.27
PESO SECO (g): 2.06
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.19%

Imágenes:



CURVA CARGA (Kg) - DEFORMACION (mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 733.4
Deformacion MAXIMA (mm): 47.6

Falla: Aplastamiento

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 404.5
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 250873.00
(Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 82.68
INERCIA (mm⁴): 1909648.0
ESPEJOR (mm): 14.9
LONGITUD (m): 2.45
AREA (mm²): 1759
BRAZO PALANCA (mm): 730

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 2M-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

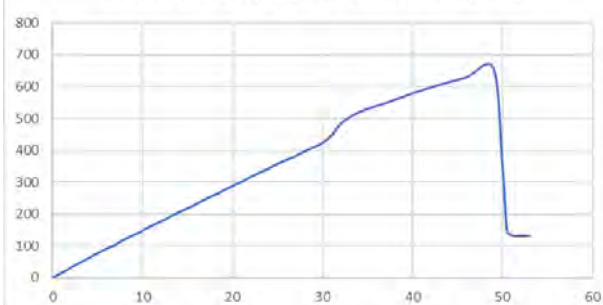
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.85
PESO SECO (g): 3.51
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 9.69%

Imágenes:



CURVA CARGA (Kg) - DEFORMACION (mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 658.2
Deformacion MAXIMA (mm): 49

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 509.6
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 179911.00
(Kg/cm²):

Falla: Compresion fibra superior



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 91.45
INERCIA (mm⁴): 3166092.0
ESPEJOR (mm): 71.6
LONGITUD (m): 2.81
AREA (mm²): 2732.3
BRAZO PALANCA (mm): 900

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 3I-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

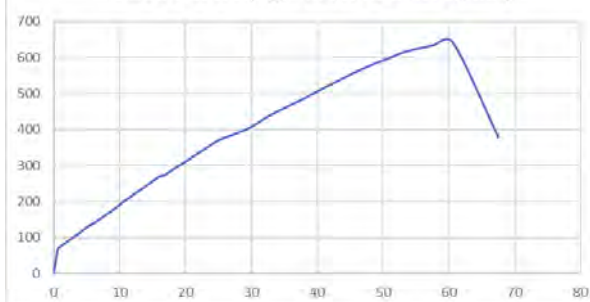
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.68
PESO SECO (g): 3.32
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.84%

Imágenes:



CURVA CARGA (Kg) - DEFORMACION (mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 642.9
Deformacion MAXIMA (mm): 60.6

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 409.4
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 129296.00
(Kg/cm²):

Falla: Compresion fibra superior



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 3M-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 71.6
INERCIA (mm⁴): 1028597.0
ESPESOR (mm): 11.7
LONGITUD (m): 2.2
AREA (mm²): 1212
BRAZO PALANCA (mm): 550

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.49
PESO SECO (g): 2.23
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.66%

Imágenes:



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 465.1
Deformacion MAXIMA (mm): 45.5

Falla: Compresion fibra superior

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 436.4
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 184033.00
(Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 98.8
INERCIA (mm⁴): 3829282
ESPEJOR (mm): 17.1
LONGITUD (m): 2.89
AREA (mm²): 2424.3
BRAZO PALANCA (mm): 950

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 4I-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

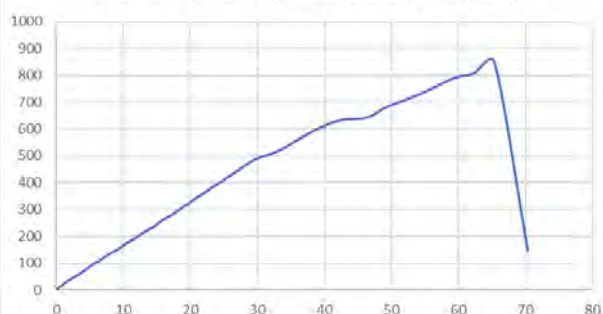
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.73
PESO SECO (g): 4.19
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.89%

Imágenes:



CURVA CARGA (Kg) - DEFORMACION (mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 847.3
Deformacion MAXIMA (mm): 65.3

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 509.0
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 142249.00
(Kg/cm²):

Falla: Compresion fibra superior



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 86.9
INERCIA (mm⁴): 2108867.0
ESPEJOR (mm): 12.7
LONGITUD (m): 2.65
AREA (mm²): 1615.3
BRAZO PALANCA (mm): 820

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 4M-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

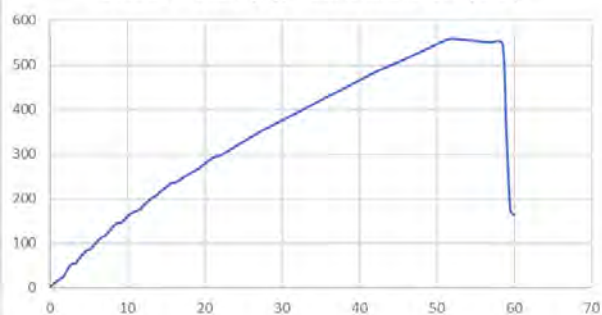
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.06
PESO SECO (g): 2.76
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.87%

Imágenes:



CURVA CARGA (Kg) - DEFORMACION (mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 557.0
Deformacion MAXIMA (mm): 51.5

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 461.4
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 165994.00
(Kg/cm²):

Falla: Compresion fibra superior



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 93
INERCIA (mm⁴): 2668980
ESPEJOR (mm): 12.8
LONGITUD (m): 2.65
AREA (mm²): 1751
BRAZO PALANCA (mm): 720

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 5I-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

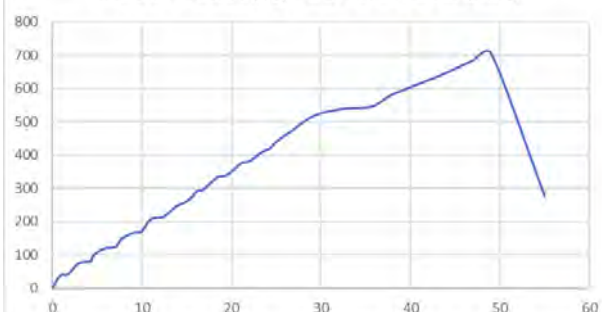
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.78
PESO SECO (g): 3.41
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.85%

Imágenes:



CURVA CARGA (Kg) - DEFORMACION (mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 704.5
Deformacion MAXIMA (mm): 49

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 432.9
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 174346.00
(Kg/cm²):

Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 81.5
INERCIA (mm⁴): 1683027
ESPEJOR (mm): 12.7
LONGITUD (m): 2.43
AREA (mm²): 1501
BRAZO PALANCA (mm): 710

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 5M-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

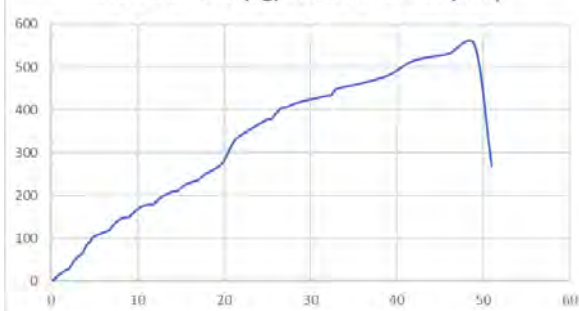
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.59
PESO SECO (g): 2.35
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.21%

Imágenes:



CURVA CARGA (Kg) - DEFORMACION (mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 552.8
Deformacion MAXIMA (mm): 56.7

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 465.7
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 167280.00
(Kg/cm²):

Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 94.1
INERCIA (mm⁴): 3546886
ESPEJOR (mm): 21.9
LONGITUD (m): 2.8
AREA (mm²): 2865
BRAZO PALANCA (mm): 671

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 6I-C
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.98
PESO SECO (g): 4.43
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.42%

Imágenes:



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 657.0
Deformacion MAXIMA (mm): 56.7

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 371.8
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 124717.00
(Kg/cm²):

Falla: Compresion fibra superior



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 90.5
INERCIA (mm⁴): 2502192
ESPEJOR (mm): 13.5
LONGITUD (m): 2.68
AREA (mm²): 1784
BRAZO PALANCA (mm): 870

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 6M-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.89
PESO SECO (g): 2.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.15%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 499.7
Deformacion MAXIMA (mm): 42

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 297.1
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 159174.00
(Kg/cm²):

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

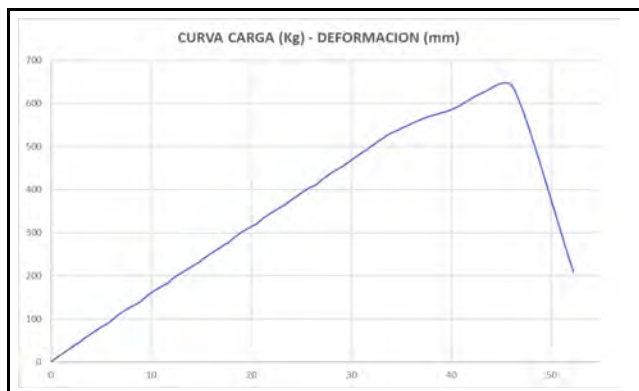
PROBETA N°: 7I-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 97.2
INERCIA (mm⁴): 4031737
ESPEJOR (mm): 22.6
LONGITUD (m): 2.83
AREA (mm²): 3052
BRAZO PALANCA (mm): 940

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.76
PESO SECO (g): 3.36
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.90%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 636.4
Deformacion MAXIMA (mm): 46.2

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 353.5
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 134673.00
(Kg/cm²):

Imágenes:



Falla: Compresion fibra superior



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 87.4
INERCIA (mm⁴): 2561583
ESPEJOR (mm): 18.6
LONGITUD (m): 2.58
AREA (mm²): 2290
BRAZO PALANCA (mm): 790



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 686.1
Deformacion MAXIMA (mm): 78.5

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 453.3
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 101914.00
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 7M-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.8
PESO SECO (g): 4.35
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.34%

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 8I-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 92.7
INERCIA (mm⁴): 3068532
ESPEJOR (mm): 17.2
LONGITUD (m): 2.8
AREA (mm²): 2276
BRAZO PALANCA (mm): 890

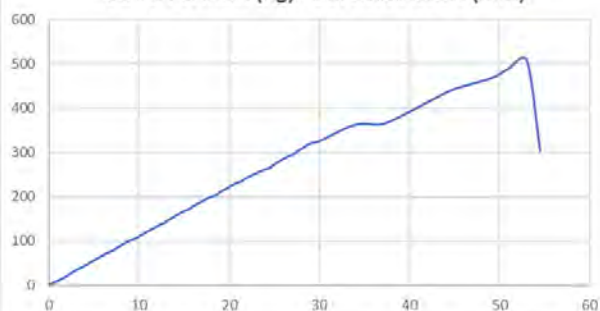
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.79
PESO SECO (g): 2.52
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.71%

Imágenes:



CURVA CARGA (Kg) - DEFORMACION (mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 507.6
Deformacion MAXIMA (mm): 53

Falla: Aplastamiento

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 334.6
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 119172.00
(Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 8M-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 78.8
INERCIA (mm⁴): 1441794
ESPEJOR (mm): 11.8
LONGITUD (m): 2.4
AREA (mm²): 1356
BRAZO PALANCA (mm): 730

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.16
PESO SECO (g): 2.84
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.27%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 471.1
Deformacion MAXIMA (mm): 58

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 460.3
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 135445.00
(Kg/cm²):

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 9I-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 89.8
INERCIA (mm⁴): 2827629
ESPEJOR (mm): 18.8
LONGITUD (m): 2.75
AREA (mm²): 2373
BRAZO PALANCA (mm): 860

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.11
PESO SECO (g): 2.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.07%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 565.9
Deformacion MAXIMA (mm): 58.2

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 378.6
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 124378.00
(Kg/cm²):

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 75
INERCIA (mm⁴): 1164098
ESPEJOR (mm): 10.9
LONGITUD (m): 2.2
AREA (mm²): 1193
BRAZO PALANCA (mm): 560

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 9M-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

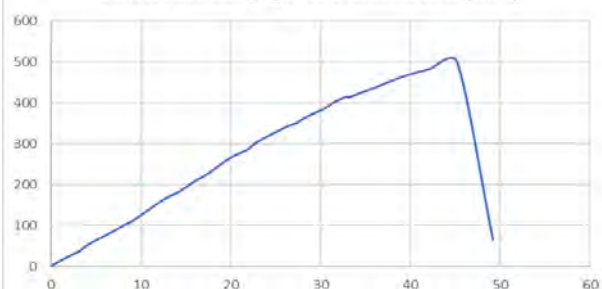
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.06
PESO SECO (g): 3.64
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.54%

Imágenes:



CURVA CARGA (Kg) - DEFORMACION (mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 499.3
Deformacion MAXIMA (mm): 42.5

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 441.6
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 186888.00
(Kg/cm²):

Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 98.5
INERCIA (mm⁴): 4456823
ESPEJOR (mm): 27.8
LONGITUD (m): 2.82
AREA (mm²): 3700
BRAZO PALANCA (mm): 910

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 10I-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.74
PESO SECO (g): 2.47
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.93%

Imágenes:



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 880.5
Deformacion MAXIMA (mm): 62.2

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 433.8
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 123886.00
(Kg/cm²):

Falla: Compresion fibra superior



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 90.5 INERCIA (mm⁴): 2494234
ESPESOR (mm): 13.4 LONGITUD (m): 2.8
AREA (mm²): 1767 BRAZO PALANCA (mm): 940

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 10M-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

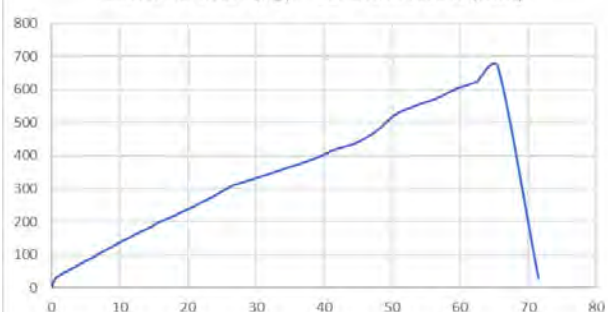
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.16
PESO SECO (g): 3.79
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 9.76%

Imágenes:



CURVA CARGA (Kg) - DEFORMACION (mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 670.4
Deformacion MAXIMA (mm): 65.5

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 560.7
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 156678.00
(Kg/cm²):

Falla: Compresion fibra superior



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 102
INERCIA (mm⁴): 5005319
ESPEJOR (mm): 25.7
LONGITUD (m): 2.85
AREA (mm²): 3600
BRAZO PALANCA (mm): 920

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 11I-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

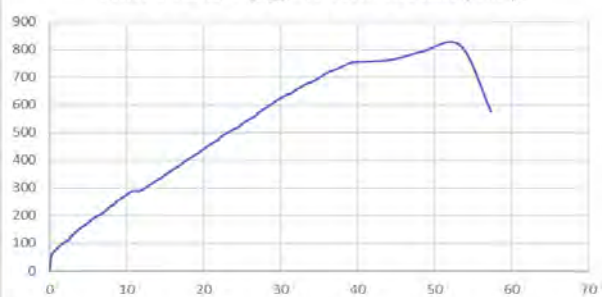
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.07
PESO SECO (g): 3.61
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.74%

Imágenes:



CURVA CARGA (Kg) - DEFORMACION (mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 813.6
Deformacion MAXIMA (mm): 53.3

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 373.9
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 122785.00
(Kg/cm²):

Falla: Compresion fibra superior



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 79.7
INERCIA (mm⁴): 1568279
ESPEJOR (mm): 12.8
LONGITUD (m): 2.4
AREA (mm²): 1483
BRAZO PALANCA (mm): 720

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 11M-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

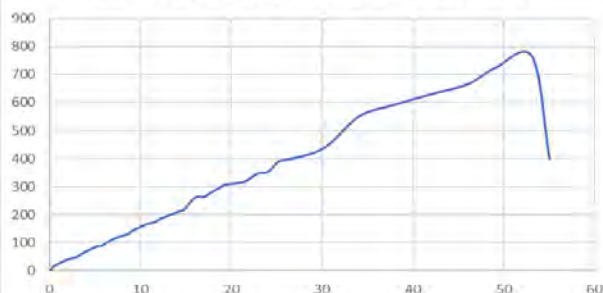
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.74
PESO SECO (g): 2.51
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 9.16%

Imágenes:



CURVA CARGA (Kg) - DEFORMACION (mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 762.3
Deformacion MAXIMA (mm): 53.1

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 683.7
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 220094.00
(Kg/cm²):

Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 90.3
INERCIA (mm⁴): 3026323
ESPEJOR (mm): 21.4
LONGITUD (m): 2.8
AREA (mm²): 2685
BRAZO PALANCA (mm): 900

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 12I-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.44
PESO SECO (g): 2.19
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.42%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 516.1
Deformacion MAXIMA (mm): 62.5

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 339.8
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 104177.00
(Kg/cm²):

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 76.7
INERCIA (mm⁴): 1343118
ESPEJOR (mm): 12.3
LONGITUD (m): 2.35
AREA (mm²): 1366
BRAZO PALANCA (mm): 710

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 12M-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.44
PESO SECO (g): 3.98
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.56%

Imágenes:



Falla: Aplastamiento



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 333.1
Deformacion MAXIMA (mm): 50.6

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 331.1
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 110614.00
(Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 94.8
INERCIA (mm⁴): 3282139
ESPEJOR (mm): 16.8
LONGITUD (m): 2.81
AREA (mm²): 2280
BRAZO PALANCA (mm): 910

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 13I-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

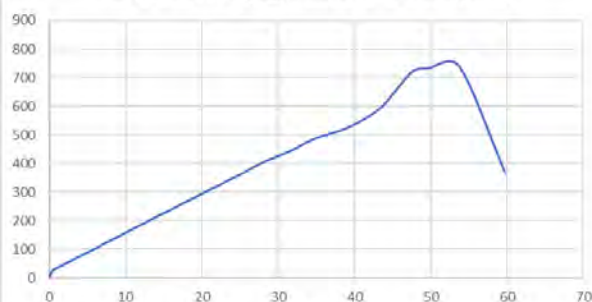
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.19
PESO SECO (g): 2.85
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.93%

Imágenes:



CURVA CARGA (Kg) - DEFORMACION (mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 740.5
Deformacion MAXIMA (mm): 53.7

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 477.1
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 162137.00
(Kg/cm²):

Falla: Compresion fibra superior



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

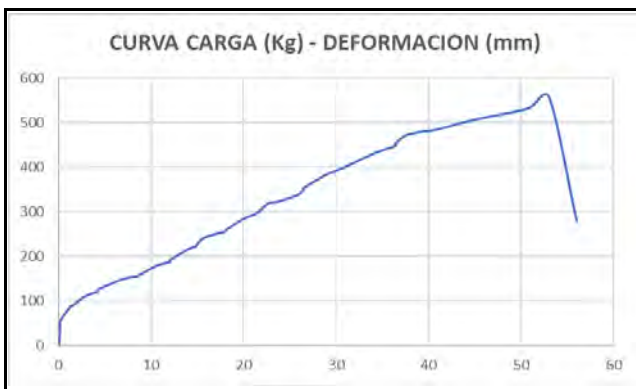
PROBETA N°: 13M-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 91.5
INERCIA (mm⁴): 2672627
ESPEJOR (mm): 14.2
LONGITUD (m): 2.4
AREA (mm²): 1886
BRAZO PALANCA (mm): 680

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.26
PESO SECO (g): 2.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.41%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 556.4
Deformacion MAXIMA (mm): 1.24

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 317.6
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 94441.00
(Kg/cm²):

Imágenes:



Falla: Compresion fibra superior



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 97.4
INERCIA (mm⁴): 3091982
ESPEJOR (mm): 12.6
LONGITUD (m): 2.82
AREA (mm²): 1803
BRAZO PALANCA (mm): 910

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 14I-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 4.04
PESO SECO (g): 3.21
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 25.86%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 813.8
Deformacion MAXIMA (mm): 67.5

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 571.9
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 152075.00
(Kg/cm²):

Imágenes:



Falla: Compresion fibra superior



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 14M-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 82.6
INERCIA (mm⁴): 1662271
ESPEJOR (mm): 11.4
LONGITUD (m): 2.5
AREA (mm²): 1377
BRAZO PALANCA (mm): 800

CONTENIDO DE HUMEDAD

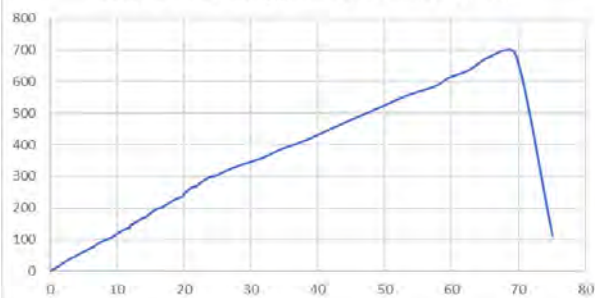
PESO HUMEDO (g): 2.7
PESO SECO (g): 2.49
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 8.43%

Imágenes:



Falla: Compresion fibra superior

CURVA CARGA (Kg) - DEFORMACION (mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 648.2
Deformacion MAXIMA (mm): 69.5

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 631.8
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 152463.00
(Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 99.7
INERCIA (mm⁴): 4120238
ESPEJOR (mm): 18.6
LONGITUD (m): 2.81
AREA (mm²): 2652
BRAZO PALANCA (mm): 920

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 15I-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

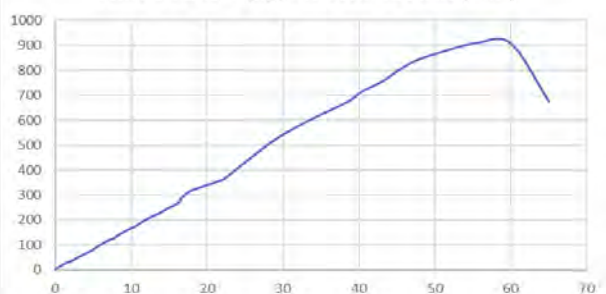
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.91
PESO SECO (g): 3.53
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.76%

Imágenes:



CURVA CARGA (Kg) - DEFORMACION (mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 911
Deformacion MAXIMA (mm): 55.6

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 497.2
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 153463.00
(Kg/cm²):

Falla: Aplastamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 04: RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: MARCO DE CARGA
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.55 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
DIAMETRO (mm): 86.8
INERCIA (mm⁴): 2164976
ESPEJOR (mm): 13.5
LONGITUD (m): 2.60
AREA (mm²): 1705
BRAZO PALANCA (mm): 760

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 15M-F
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.51
PESO SECO (g): 2.28
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.09%



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 729.8
Deformacion MAXIMA (mm): 74.5

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A FLEXION 544.8
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 138312.00
(Kg/cm²):

Imágenes:



Falla: Compresion fibra superior

ANEXO I: GUÍA DE OBSERVACIÓN RESISTENCIA A LA TRACCIÓN



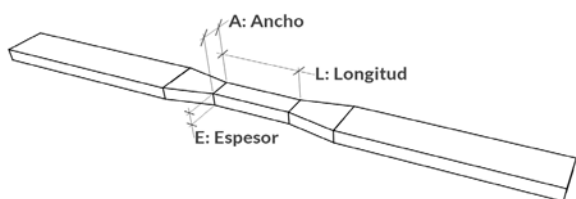
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

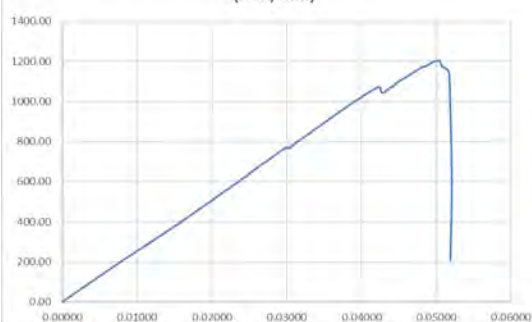
NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 68.74
ESPESOR (mm): 9.63
ANCHO (mm): 6.53
AREA (cm²): 0.629



Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformación Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 760
Deformacion MAXIMA (mm): 3.61

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION (Kg/cm²): 1208
MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm²): 25,700.00

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 1I-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.41
PESO SECO (g): 2.21
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 9.05%

Imágenes:



Falla: Por Rotura



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



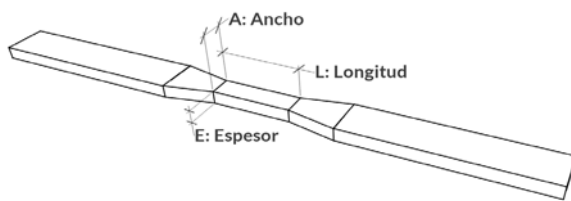
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

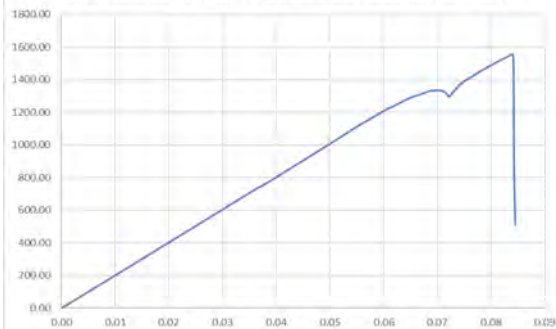
NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 58.69
ESPESOR (mm): 26.85
ANCHO (mm): 102.60
AREA (cm²): 0.629



Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformación Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1026
Deformacion MAXIMA (mm): 5.42

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 1558
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 20,175.00
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 1M-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 1.79
PESO SECO (g): 1.62
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.49%

Imágenes:



Falla: Por Rotura



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



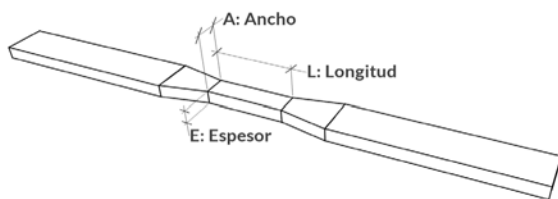
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 41.43
ESPESOR (mm): 8.10
ANCHO (mm): 8.20
AREA (cm²): 0.664



DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 2I-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 1.73
PESO SECO (g): 1.55
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.61%

Imágenes:



Falla: Por Pegamento

RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 60
Deformacion MAXIMA (mm): 3.69

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 90.3
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 2648.00
(Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



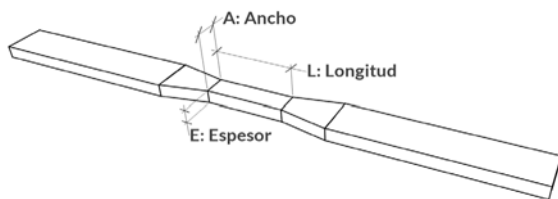
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 48.06
ESPESOR (mm): 8.29
ANCHO (mm): 6.61
AREA (cm²): 0.548



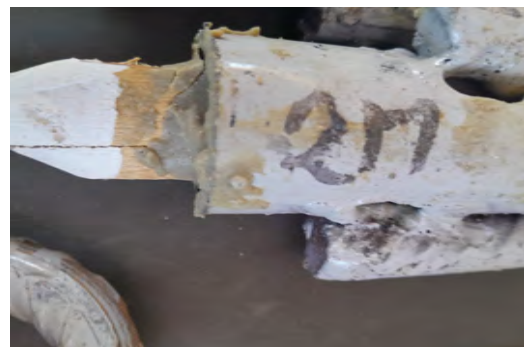
DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 2M-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

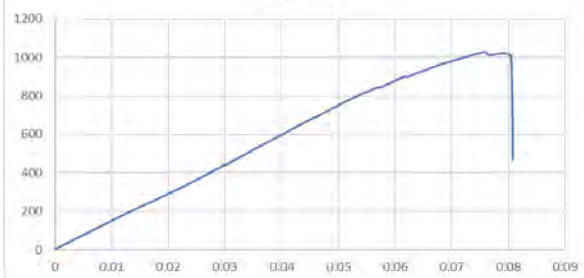
PESO HUMEDO (g): 1.99
PESO SECO (g): 1.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.56%

Imágenes:



Falla: Por Corte

Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 563
Deformacion MAXIMA (mm): 3.76

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 1027.4
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 14901.00
(Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



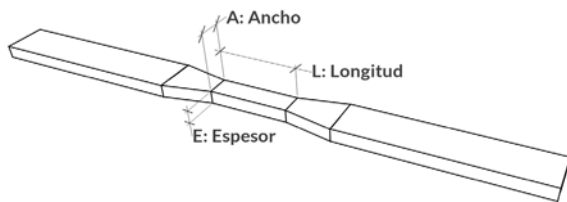
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

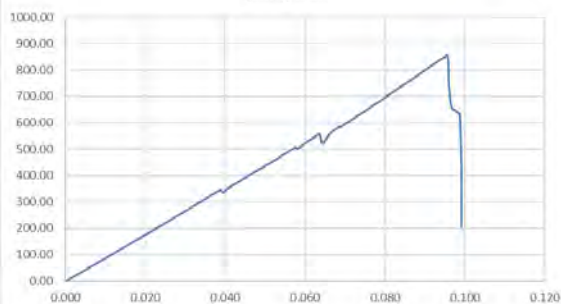
NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 50.14
ESPESOR (mm): 6.57
ANCHO (mm): 7.19
AREA (cm²): 0.472



Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformación Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 405
Deformación MAXIMA (mm): 4.68

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 857
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 8798.00
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 3I-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.11
PESO SECO (g): 1.86
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 13.44%

Imágenes:



Falla: Por Corte



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



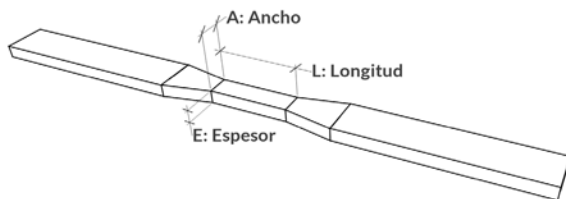
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 55.30
ESPESOR (mm): 11.50
ANCHO (mm): 6.40
AREA (cm²): 0.736



DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 3M-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

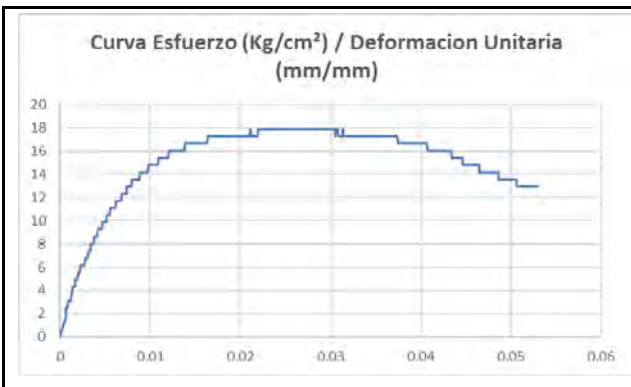
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.45
PESO SECO (g): 2.22
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.36%

Imágenes:



Falla: Por Pegamento



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 13.1
Deformacion MAXIMA (mm): 2.64

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 17.91
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 1680.00
(Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



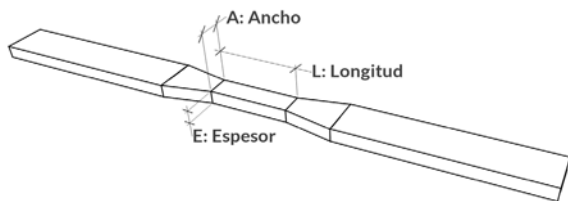
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

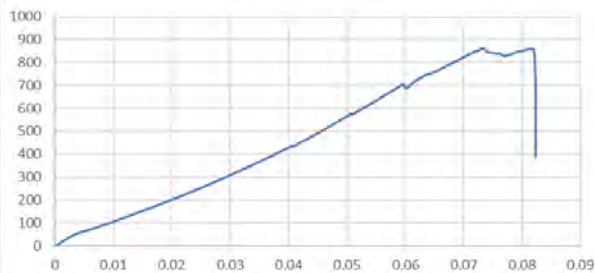
NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 45.99
ESPESOR (mm): 8.46
ANCHO (mm): 6.81
AREA (cm²): 0.576



Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 497
Deformacion MAXIMA (mm): 4.11

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 862
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 11390.00
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 4I-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.21
PESO SECO (g): 1.93
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 14.51%

Imágenes:



Falla: Por Corte



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



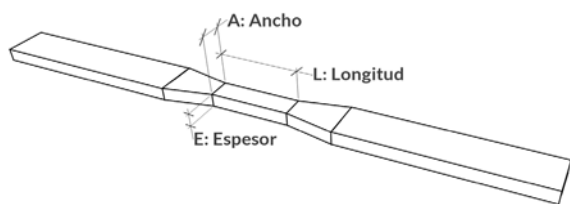
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

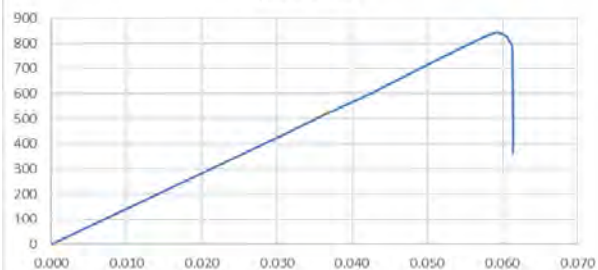
NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 61.47
ESPESOR (mm): 12.50
ANCHO (mm): 7.46
AREA (cm²): 0.933



Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 790
Deformacion MAXIMA (mm): 4.96

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 847
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 14168.00
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 4M-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.27
PESO SECO (g): 2.04
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.27%

Imágenes:



Falla: Por Pegamento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

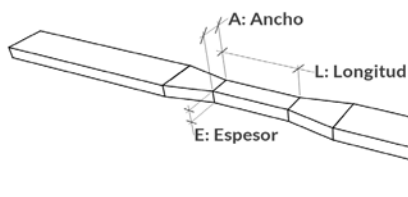
NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 5I-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 50.12
ESPESOR (mm): 7.63
ANCHO (mm): 9.70
AREA (cm²): 0.74



CONTENIDO DE HUMEDAD

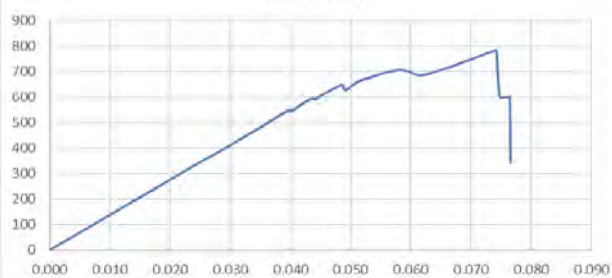
PESO HUMEDO (g): 1.6
PESO SECO (g): 1.45
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.34%

Imágenes:



Falla: Por Corte

Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 579
Deformacion MAXIMA (mm): 4.33

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 782
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 13765.00
(Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



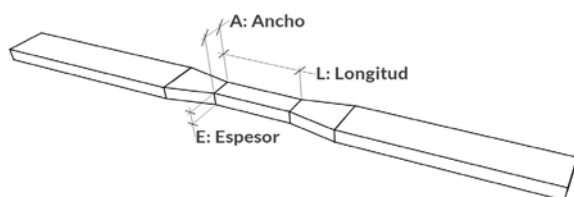
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

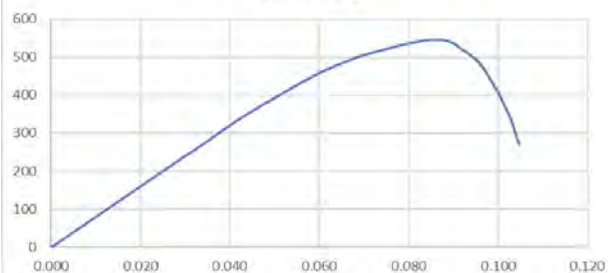
NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 42.38
ESPESOR (mm): 8.9
ANCHO (mm): 6.43
AREA (cm²): 0.572



Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 312
Deformacion MAXIMA (mm): 4.46

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 545
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 8010.00
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 5M-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 1.62
PESO SECO (g): 1.46
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.96%

Imágenes:



Falla: Por Pegamento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



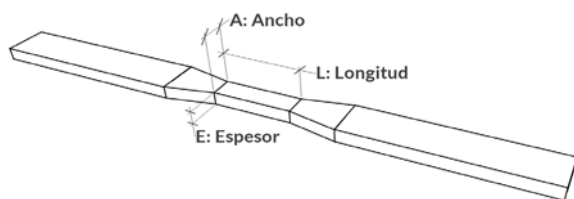
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 47.44
ESPESOR (mm): 9.10
ANCHO (mm): 9.90
AREA (cm²): 0.901



DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 6I-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.42
PESO SECO (g): 2.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.00%

Imágenes:



Falla: Por Pegamento

RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 559
Deformacion MAXIMA (mm): 4.05

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 620
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 9077.00
(Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



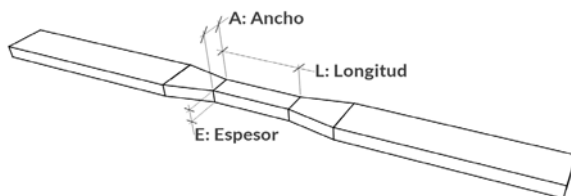
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

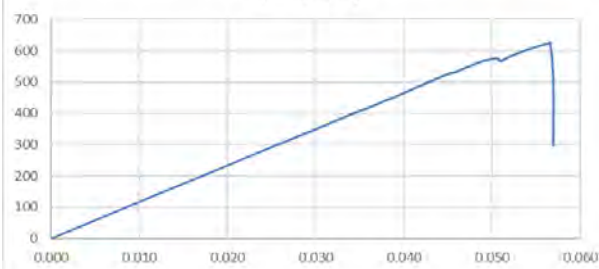
NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 55.87
ESPESOR (mm): 8.90
ANCHO (mm): 7.20
AREA (cm²): 0.641



Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 401
Deformacion MAXIMA (mm): 3.76

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 625
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 11717.00
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 6M-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 1.8
PESO SECO (g): 1.63
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.43%

Imágenes:



Falla: Por Pegamento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



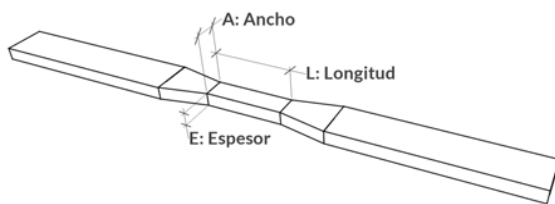
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 53.28
ESPESOR (mm): 8.12
ANCHO (mm): 8.40
AREA (cm²): 0.682



DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 7I-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.1
PESO SECO (g): 1.91
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 9.95%

Imágenes:



Falla: Por Corte

RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 567
Deformacion MAXIMA (mm): 4.52

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 831
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 11601.00
(Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



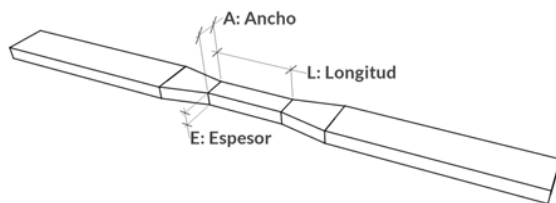
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 90.8
ESPESOR (mm): 12.89
ANCHO (mm): 8.37
AREA (cm²): 1.079



DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 7M-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

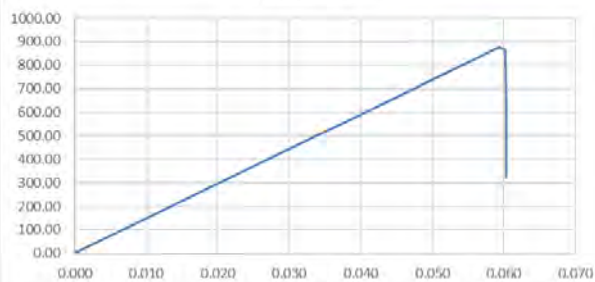
PESO HUMEDO (g): 1.59
PESO SECO (g): 1.43
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.19%

Imágenes:



Falla: Por Pegamento

Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 947
Deformacion MAXIMA (mm): 7.18

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 877
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 14808.00
(Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



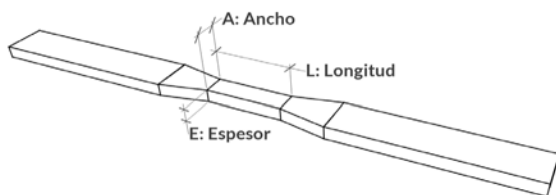
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 43.32
ESPESOR (mm): 8.03
ANCHO (mm): 12.93
AREA (cm²): 1.038



DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 8I-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 3.45
PESO SECO (g): 3.07
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.38%

Imágenes:



Falla: Por Pegamento

RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 129
Deformacion MAXIMA (mm): 2.89

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 124
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 3394.00
(Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



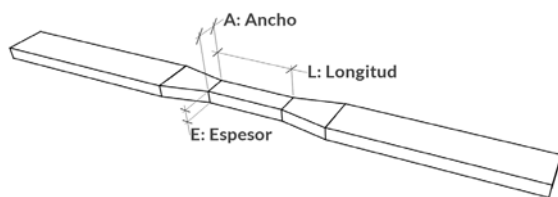
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

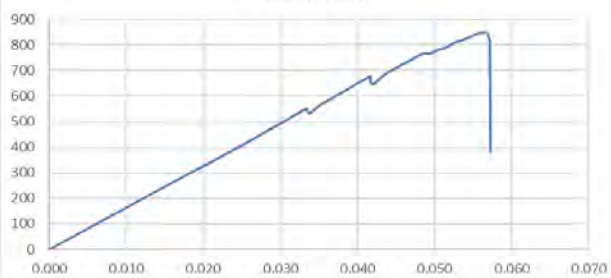
NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 64.92
ESPESOR (mm): 9.82
ANCHO (mm): 0.727
AREA (cm²): 0.714



Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformación Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 606
Deformación MAXIMA (mm): 3.96

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 848
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 16402.00
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 8M-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.35
PESO SECO (g): 2.11
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.37%

Imágenes:



Falla: Por Corte



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



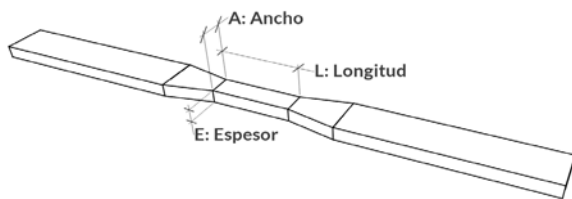
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 79.95
ESPESOR (mm): 8.60
ANCHO (mm): 5.88
AREA (cm²): 0.506



DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 9I-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

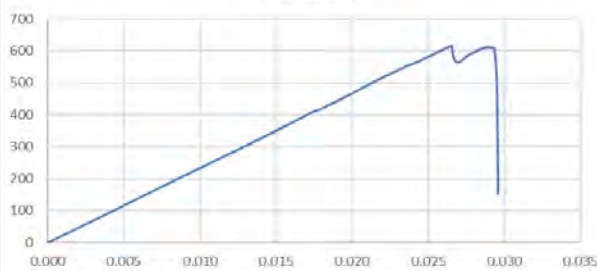
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 1.72
PESO SECO (g): 1.54
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.69%

Imágenes:



Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformación Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 311
Deformación MAXIMA (mm): 2.26

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 615
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 23499.00
(Kg/cm²):

Falla: Por Pegamento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



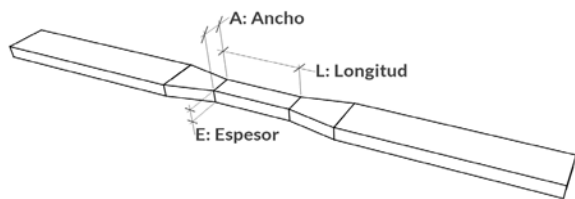
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 50
ESPESOR (mm): 9.44
ANCHO (mm): 6.54
AREA (cm²): 0.65



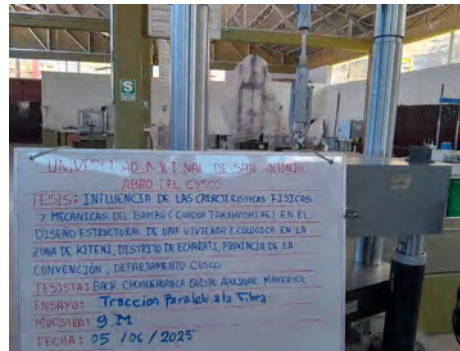
DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 9M-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

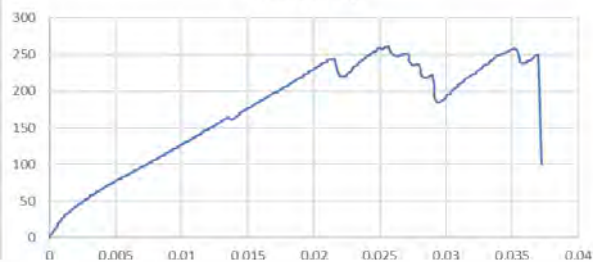
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 1.32
PESO SECO (g): 1.17
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 12.82%

Imágenes:



Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformación Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 170
Deformación MAXIMA (mm): 1.86

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 261
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 11010.00
(Kg/cm²):

Falla: Por Pegamento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



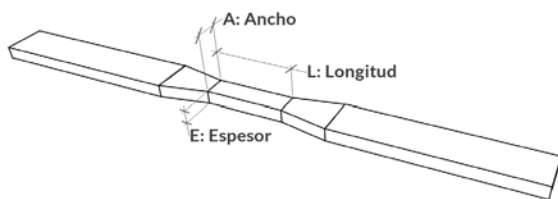
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 71.93
ESPESOR (mm): 10.30
ANCHO (mm): 8.80
AREA (cm²): 0.906



DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 10I-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

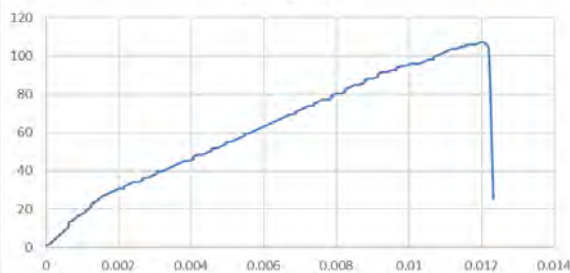
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.38
PESO SECO (g): 2.14
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.21%

Imágenes:



Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformación Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 97
Deformacion MAXIMA (mm): 0.61

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 107
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 12225.00
(Kg/cm²):

Falla: Por Pegamento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



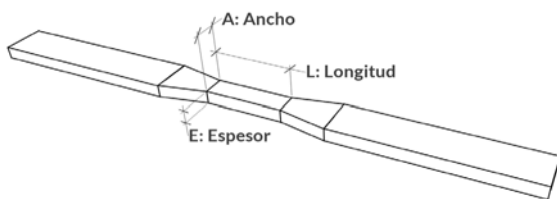
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 05/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 59.09
ESPESOR (mm): 9.60
ANCHO (mm): 10.00
AREA (cm²): 0.960



DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 10M-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

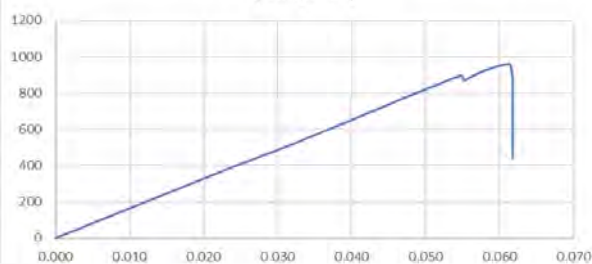
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 1.77
PESO SECO (g): 1.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.63%

Imágenes:



Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformación Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 922
Deformación MAXIMA (mm): 4.5

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION (Kg/cm²): 960
MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm²): 16397.00

Falla: Por Rotura



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



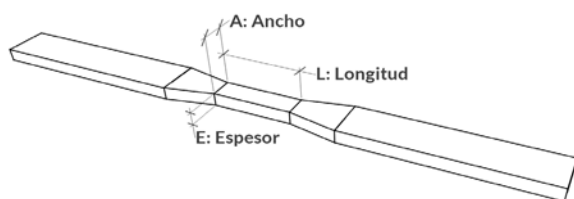
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 26/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 51.22
ESPESOR (mm): 8.19
ANCHO (mm): 9.78
AREA (cm²): 0.801



DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 11I-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.73
PESO SECO (g): 2.47
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.53%

Imágenes:



Falla: Por Corte

RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 573
Deformacion MAXIMA (mm): 4.12

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 715
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 11548.00
(Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



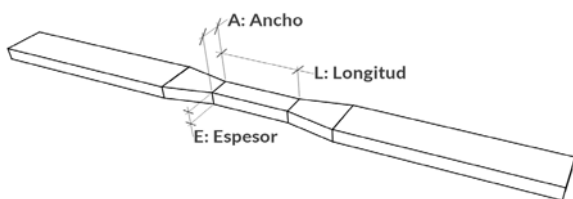
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 26/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 67.45
ESPESOR (mm): 8.85
ANCHO (mm): 5.06
AREA (cm²): 0.448



DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 11M-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

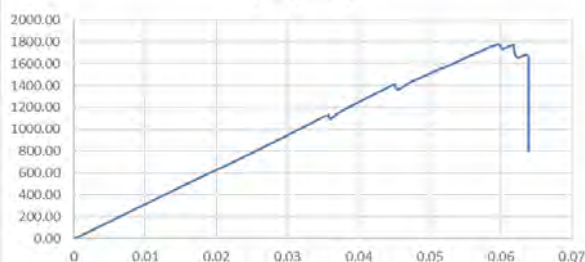
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 1.7
PESO SECO (g): 1.56
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 8.97%

Imágenes:



Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformación Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 795
Deformación MAXIMA (mm): 4.73

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 1775
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 31628.00
(Kg/cm²):

Falla: Por Rotura



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



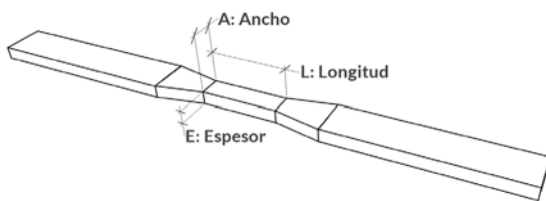
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

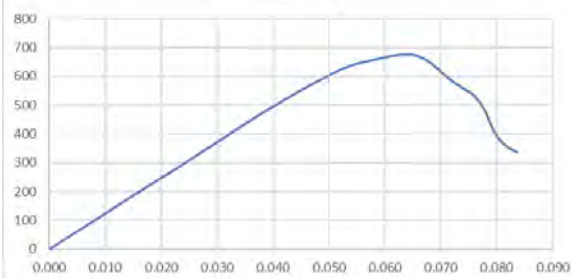
NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 26/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 62.79
ESPESOR (mm): 7.88
ANCHO (mm): 7.80
AREA (cm²): 0.615



Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 416
Deformacion MAXIMA (mm): 5.26

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 676
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 12445.00
(Kg/cm²):

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 12I-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.27
PESO SECO (g): 2.04
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.27%

Imágenes:



Falla: Por Pegamento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



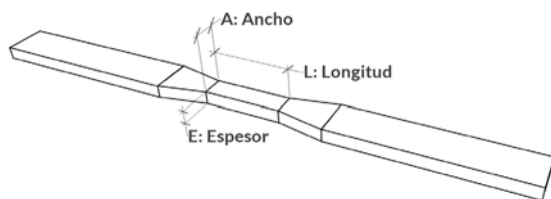
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 26/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 50
ESPESOR (mm): 9.53
ANCHO (mm): 5.14
AREA (cm²): 0.49



DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 12M-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

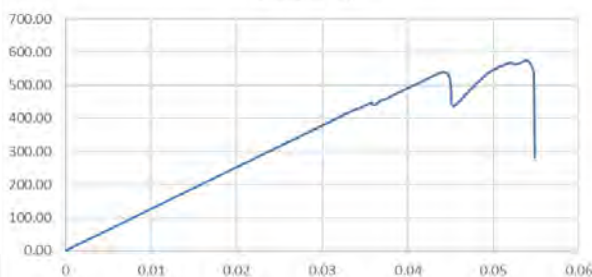
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.12
PESO SECO (g): 1.91
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.99%

Imágenes:



Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 282
Deformacion MAXIMA (mm): 3.34

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 575
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 12627.00
(Kg/cm²):

Falla: Por Pegamento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



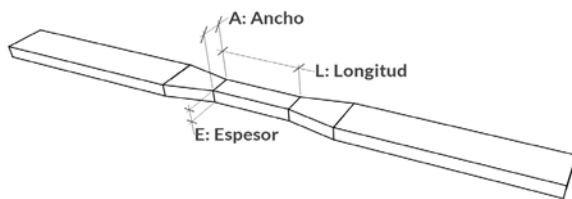
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 26/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 42.42
ESPESOR (mm): 9.06
ANCHO (mm): 7.05
AREA (cm²): 0.639



DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 13I-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

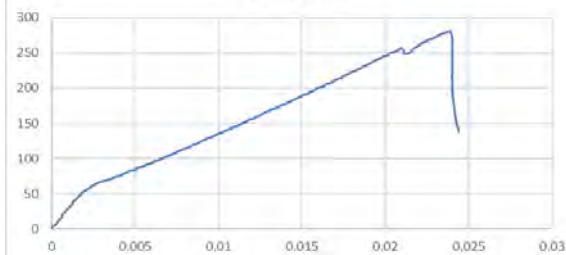
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 1.86
PESO SECO (g): 1.69
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.06%

Imágenes:



Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformación Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 179
Deformacion MAXIMA (mm): 1.21

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 280
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 9128.00
(Kg/cm²):

Falla: Por Pegamento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



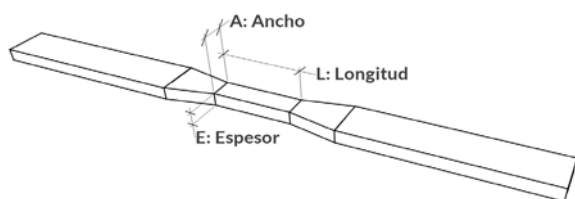
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 26/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 53.77
ESPESOR (mm): 9.81
ANCHO (mm): 7.80
AREA (cm²): 0.765



DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 13M-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 2.85
PESO SECO (g): 2.58
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.47%

Imágenes:



Falla: Por Rotura

RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 706
Deformacion MAXIMA (mm): 5.11

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 922
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 13131.00
(Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



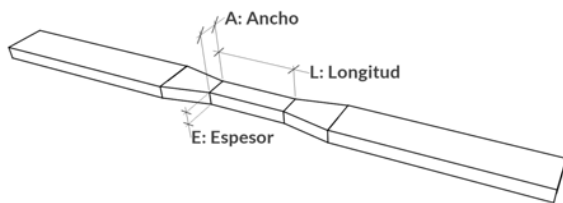
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 26/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 50.01
ESPESOR (mm): 8.52
ANCHO (mm): 6.50
AREA (cm²): 0.554



DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 14I-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 1.99
PESO SECO (g): 1.79
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.17%

Imágenes:



Falla: Por Rotura

RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 358
Deformacion MAXIMA (mm): 3.69

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 646
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 16816.00
(Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



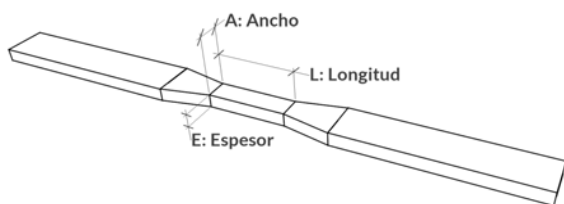
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 26/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 45.92
ESPESOR (mm): 7.85
ANCHO (mm): 7.92
AREA (cm²): 0.622



DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 14M-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

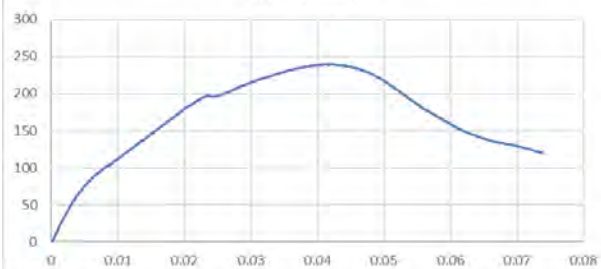
CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 1.71
PESO SECO (g): 1.55
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 10.32%

Imágenes:



Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 149
Deformacion MAXIMA (mm): 3.69

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 239
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 5114.00
(Kg/cm²):

Falla: Por Pegamento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



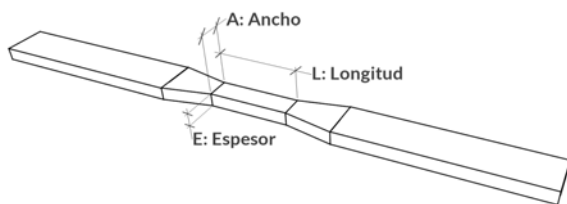
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 26/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 44.36
ESPESOR (mm): 10.73
ANCHO (mm): 9.53
AREA (cm²): 1.023



DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 15I-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

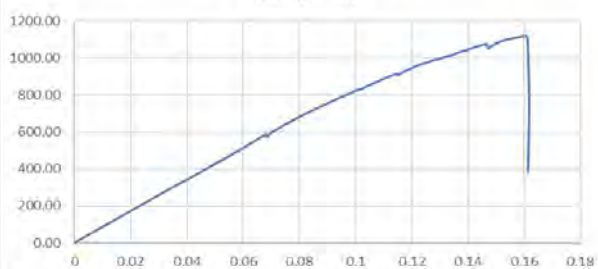
PESO HUMEDO (g): 3.53
PESO SECO (g): 3.23
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 9.29%

Imágenes:



Falla: Por Rotura

Curva Esfuerzo (Kg/cm²) / Deformacion Unitaria (mm/mm)



RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 1146
Deformacion MAXIMA (mm): 7.8

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 1120
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 8600.00
(Kg/cm²):



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



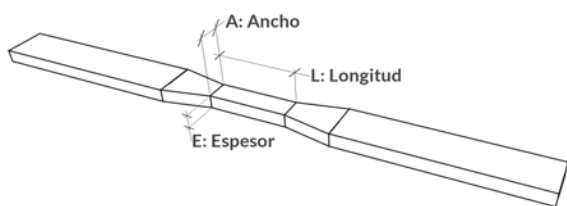
GUIA DE OBSERVACION N° 05: RESISTENCIA A TRACCION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 26/06/2025
EQUIPO: MAQUINA DE ENSAYO UNIVERSAL
NORMA: NTC 5525
VELOCIDAD DE ENSAYO: 0.01 mm/s
DIMENSIONES DE PROBETA:
LARGO CUELLO (mm): 50.56
ESPESOR (mm): 9.28
ANCHO (mm): 8.53
AREA (cm²): 0.792



DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 15M-T
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

CONTENIDO DE HUMEDAD

PESO HUMEDO (g): 1.91
PESO SECO (g): 1.72
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 11.05%

Imágenes:



Falla: Por Pegamento

RESULTADOS DE EQUIPO:

Carga MAXIMA (Kg): 494
Deformacion MAXIMA (mm): 3.68

RESULTADOS DEL ENSAYO

ESFUERZO MAX. A TRACCION 624
(Kg/cm²):
MODULO DE ELASTICIDAD 12132.00
(Kg/cm²):

ANEXO J: GUÍA DE OBSERVACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 01:CONTENIDO DE HUMEDAD PROBETAS COMPRESION PARALELA A LAS FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 1I - 15M
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 31/03/2025
EQUIPO: BALANZA Y HORNO
NORMA: NTC 5525

Imágenes:



Contenido de Humedad

ID	Peso Inicial	Peso Final	% Humedad
1I	75.96	57.47	32.2%
1M	27.36	23.82	14.9%
2I	26.47	23.54	12.4%
2M	17.77	15.83	12.3%
3I	15.67	13.88	12.9%
3M	7.27	6.5	11.8%
4I	47.45	38.14	24.4%
4M	27.21	24.24	12.3%
5I	33.74	30.09	12.1%
5M	13.03	11.71	11.3%
6I	21.71	19.48	11.4%
6M	9.74	8.77	11.1%
7I	23.14	20.23	14.4%
7M	13.76	12.18	13.0%
8I	25.26	21.97	15.0%
8M	19.2	17.33	10.8%
9I	14.47	12.89	12.3%
9M	8.31	7.45	11.5%
10I	14.07	12.56	12.0%
10M	14.07	12.56	12.0%
11I	19.97	17.9	11.6%
11M	10.55	9.46	11.5%
12I	20.37	18.21	11.9%
12M	7.56	6.75	12.0%
13I	27.93	24.76	12.8%
13M	11.53	10.32	11.7%
14I	25.39	22.46	13.0%
14M	12.63	11.29	11.9%
15I	24.72	20.15	22.7%
15M	14.52	12.84	13.1%

13.7%

RESULTADOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

%HUMEDAD 13.7%



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 02: CONTENIDO DE HUMEDAD PROBETAS COMPRESION
PERPENDICULAR A LA FIBRAS

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 1I - 15M
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 15/04/2025
EQUIPO: BALANZA Y HORNO
NORMA: NTC 5525

Imágenes:



Contenido de Humedad

ID	Peso Inicial	Peso Final	% Humedad	
1I	10.51	9.37	12.2%	11.6%
1M	4.51	4.03	11.9%	
2I	3.87	3.49	10.9%	
2M	3.03	2.74	10.6%	
3I	3.23	2.88	12.2%	
3M	2.76	2.48	11.3%	
4I	5.43	4.79	13.4%	
4M	3.88	3.49	11.2%	
5I	3.86	3.49	10.6%	
5M	2.65	2.39	10.9%	
6I	5.10	4.59	11.1%	
6M	3.69	3.31	11.5%	
7I	4.85	4.36	11.2%	
7M	3.42	3.10	10.3%	
8I	5.03	4.44	13.3%	
8M	3.62	3.26	11.0%	
9I	4.21	3.75	12.3%	
9M	2.12	1.88	12.8%	
10I	4.72	4.22	11.8%	
10M	3.42	3.06	11.8%	
11I	3.99	3.59	11.1%	
11M	2.50	2.24	11.6%	
12I	3.62	3.26	11.0%	
12M	3.08	2.76	11.6%	
13I	7.00	6.30	11.1%	
13M	4.07	3.64	11.8%	
14I	4.96	4.42	12.2%	
14M	4.43	3.98	11.3%	
15I	6.20	5.51	12.5%	
15M	3.57	3.22	10.9%	

RESULTADOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

%HUMEDAD 11.6%



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 03: CONTENIDO DE HUMEDAD PROBETAS DE RESISTENCIA AL CORTE

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 1I - 15M
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 08/04/2025
EQUIPO: BALANZA Y HORNO
NORMA: NTC 5525

Imágenes:



Contenido de Humedad

ID	Peso Inicial	Peso Final	% Humedad
1I	16.91	14.56	16.1%
1M	11.02	9.69	13.7%
2I	12.50	10.80	15.7%
2M	8.95	7.80	14.7%
3I	9.70	8.48	14.4%
3M	10.06	8.81	14.2%
4I	7.21	6.18	16.7%
4M	12.62	11.06	14.1%
5I	6.27	5.62	11.6%
5M	7.78	7.00	11.1%
6I	11.81	10.45	13.0%
6M	7.05	6.30	11.9%
7I	13.03	11.49	13.4%
7M	10.21	9.07	12.6%
8I	9.74	8.32	17.1%
8M	11.43	10.04	13.8%
9I	8.05	7.05	14.2%
9M	7.77	6.71	15.8%
10I	9.75	8.63	13.0%
10M	8.38	7.36	13.9%
11I	4.71	4.16	13.2%
11M	4.13	3.63	13.8%
12I	3.72	3.32	12.0%
12M	2.30	2.00	15.0%
13I	10.01	8.45	18.5%
13M	7.28	6.32	15.2%
14I	5.80	5.13	13.1%
14M	4.92	4.38	12.3%
15I	10.64	8.57	24.2%
15M	4.65	4.14	12.3%

14.4%

RESULTADOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

%HUMEDAD 14.4%



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 05: CONTENIDO DE HUMEDAD DE PROBETAS RESISTENCIA A FLEXION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: GUAYAQUIL
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 1I - 15M
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 30/05/2025
EQUIPO: BALANZA Y HORNO
NORMA: NTC 5525

Imágenes:



Contenido de Humedad

ID	Peso Inicial	Peso Final	% Humedad	
1I	3.61	3.25	11.1%	11.5%
1M	3.92	3.53	11.0%	
2I	2.27	2.06	10.2%	
2M	3.85	3.51	9.7%	
3I	3.68	3.32	10.8%	
3M	2.49	2.23	11.7%	
4I	4.73	4.19	12.9%	
4M	3.06	2.76	10.9%	
5I	3.78	3.41	10.9%	
5M	2.59	2.35	10.2%	
6I	4.98	4.43	12.4%	
6M	2.89	2.6	11.2%	
7I	3.76	3.36	11.9%	
7M	4.8	4.35	10.3%	
8I	2.79	2.52	10.7%	
8M	3.16	2.84	11.3%	
9I	3.11	2.8	11.1%	
9M	4.06	3.64	11.5%	
10I	2.74	2.47	10.9%	
10M	4.16	3.79	9.8%	
11I	4.07	3.61	12.7%	
11M	2.74	2.51	9.2%	
12I	2.44	2.19	11.4%	
12M	4.44	3.98	11.6%	
13I	3.19	2.85	11.9%	
13M	3.26	2.9	12.4%	
14I	4.04	3.21	25.9%	
14M	2.7	2.49	8.4%	
15I	3.91	3.53	10.8%	
15M	2.51	2.28	10.1%	

RESULTADOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

%HUMEDAD 11.5%



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



GUIA DE OBSERVACION N° 05:CONTENIDO DE HUMEDAD PROBETAS A TRACCION

DATOS DE LA ESPECIE

NOMBRE COMUN: BAMBU
NOMBRE CIENTIFICO: GUADUA TAKAHASHIAE
FAMILIA: POACEAE

DATOS DE LA PROBETA

PROBETA N°: 1I - 15M
ORIGEN: KITENI
CONDICION: SECA AL AIRE

DATOS DEL ENSAYO

FECHA: 26/06/2025
EQUIPO: BALANZA Y HORNO
NORMA: NTC 5525

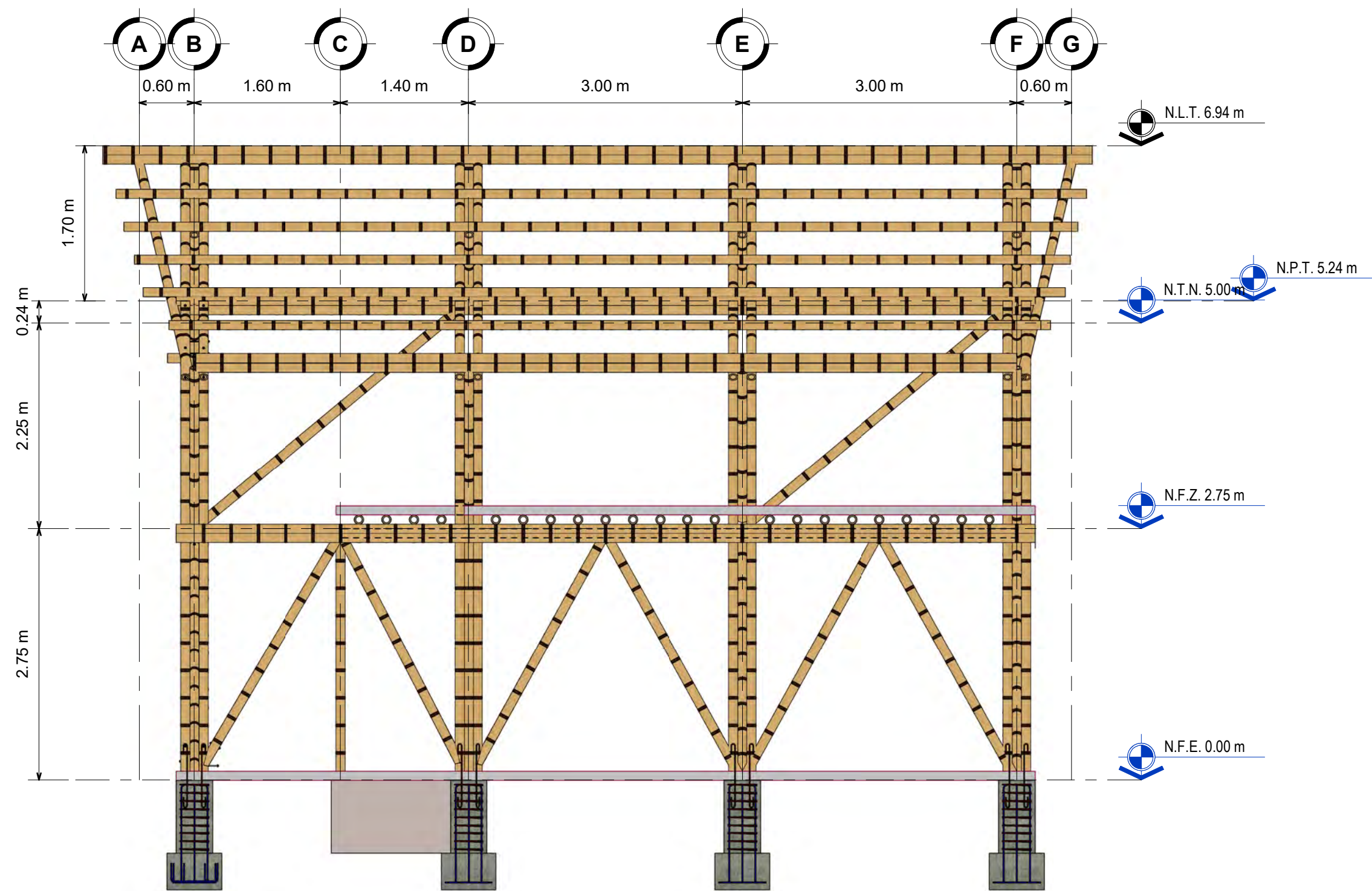
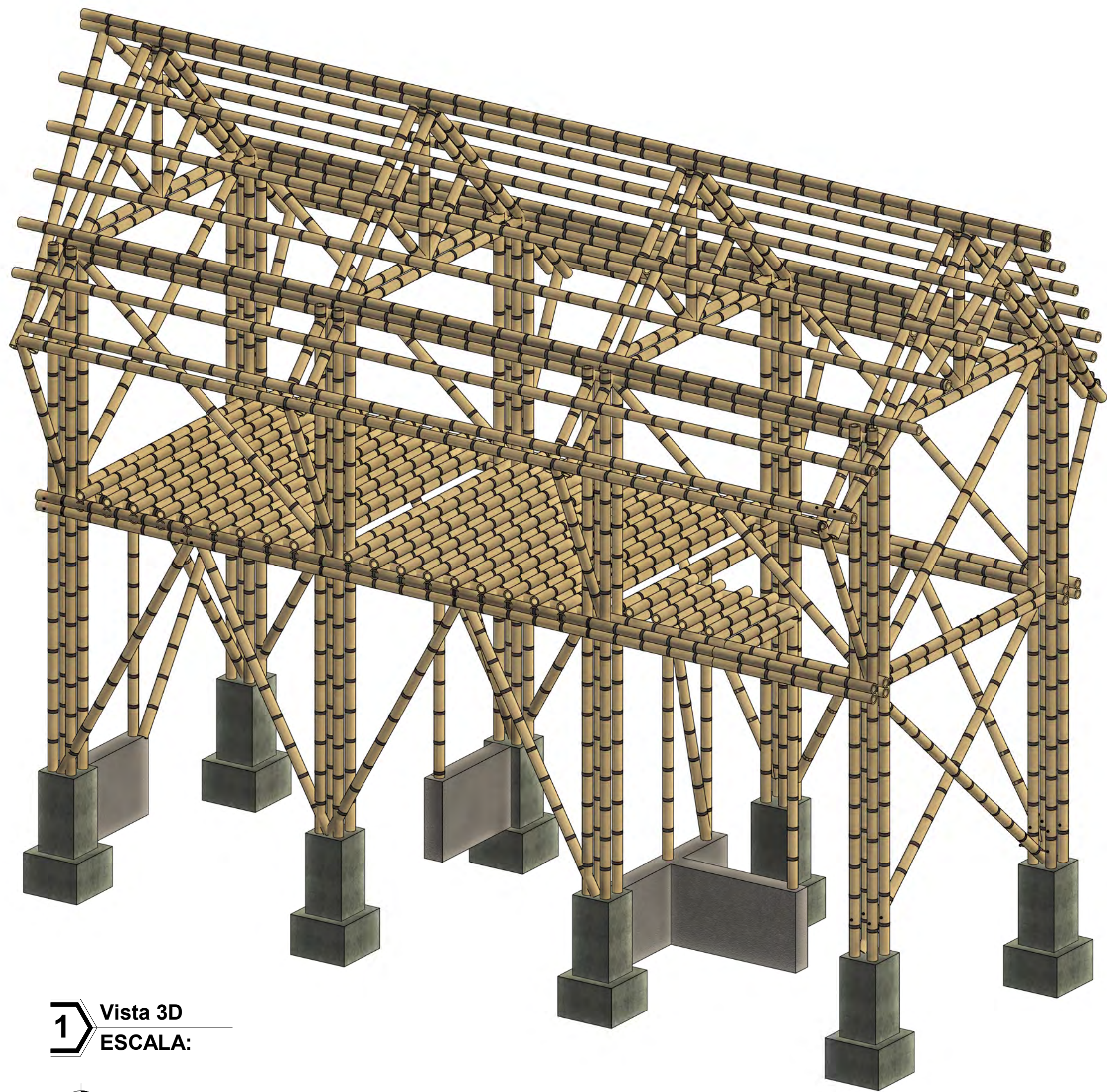
RESULTADOS

CONTENIDO DE HUMEDAD
%HUMEDAD 10.8%

Contenido de Humedad

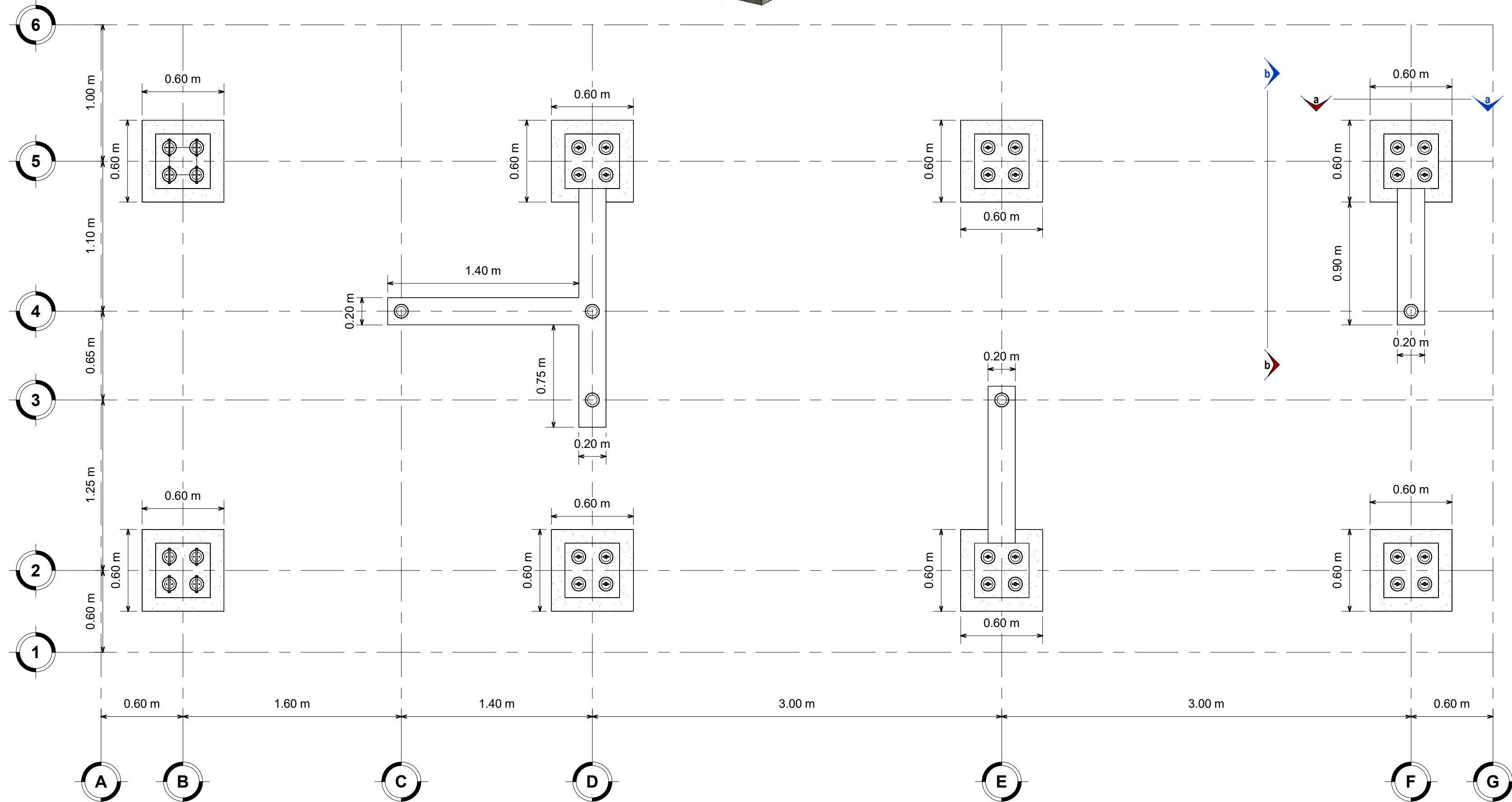
ID	Peso Inicial	Peso Final	% Humedad	
1I	2.41	2.21	9.0%	10.8%
1M	1.79	1.62	10.5%	
2I	1.73	1.55	11.6%	
2M	1.99	1.8	10.6%	
3I	2.11	1.86	13.4%	
3M	2.45	2.22	10.4%	
4I	2.21	1.98	11.6%	
4M	2.27	2.04	11.3%	
5I	1.6	1.45	10.3%	
5M	1.62	1.46	11.0%	
6I	2.42	2.2	10.0%	
6M	1.8	1.63	10.4%	
7I	2.1	1.91	9.9%	
7M	1.59	1.43	11.2%	
8I	3.45	3.07	12.4%	
8M	2.35	2.11	11.4%	
9I	1.72	1.54	11.7%	
9M	1.32	1.17	12.8%	
10I	2.38	2.14	11.2%	
10M	1.77	1.6	10.6%	
11I	2.73	2.47	10.5%	
11M	1.7	1.56	9.0%	
12I	2.27	2.04	11.3%	
12M	2.12	1.91	11.0%	
13I	1.86	1.69	10.1%	
13M	2.85	2.58	10.5%	
14I	1.99	1.79	11.2%	
14M	1.71	1.55	10.3%	
15I	3.53	3.23	9.3%	
15M	1.91	1.72	11.0%	

ANEXO K: PLANOS ESTRUCTURALES

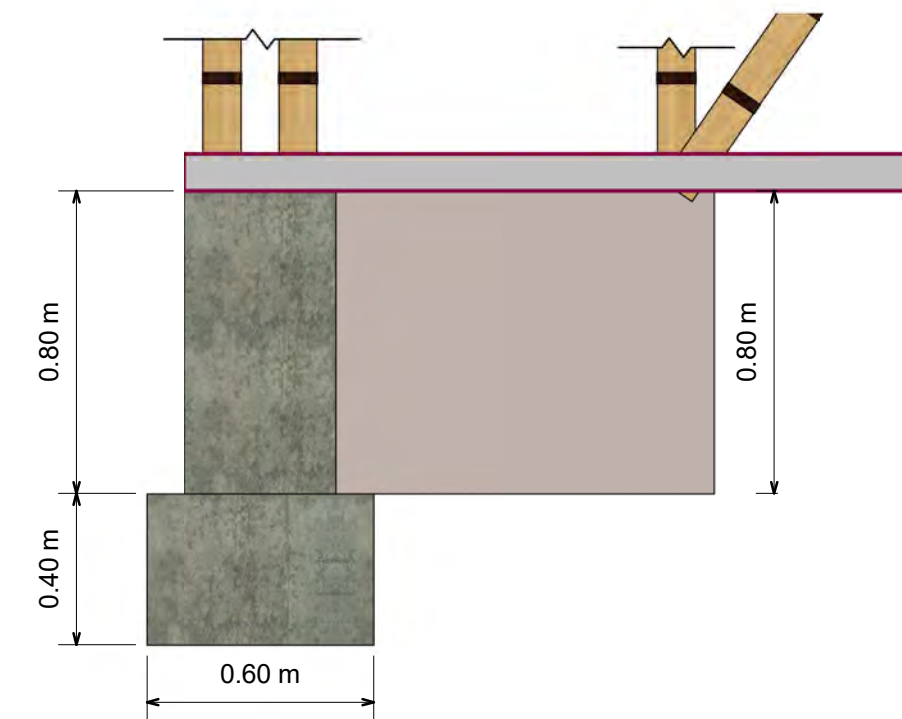


3 Vista Frontal
ESCALA: 1 : 50

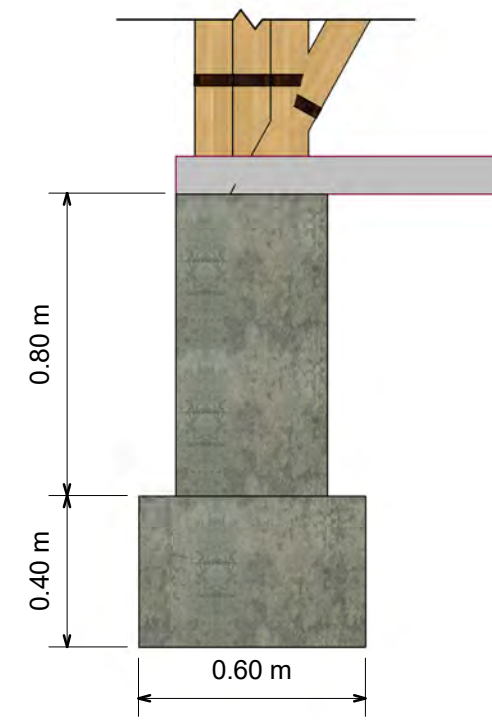
1 Vista 3D
ESCALA:



2 Vista en Planta - Zapatas y sobrecimientos
ESCALA: 1 : 25



b Sección b-b
ESCALA: 1 : 20



a Sección a-a
ESCALA: 1 : 20

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Estructura Resistente:

- El sistema estructural planteado es aporticado con arriostramiento.

Período Fundamental en ambas direcciones:

- Factor de Zona: 0.25 – Zona (Cusco)
- Factor de Uso (U): 1.00 – Tipo C (Vivienda)
- Factor de Amplificación (C) – "X": 2.50
- Factor de Amplificación (C) – "Y": 2.50
- Factor de Suelo (S): 1.20
- Coeficiente Básico de Reducción: 2.00
- Irregularidad en planta: Ninguna
- Irregularidad en altura: Ninguna
- Coeficiente de reducción (R) – "X"
- Coeficiente de reducción (R) – "Y"

Fuerza cortante estática en la base:

- Estática en la dirección "X": 2.714 Tn
- Estática en la dirección "Y": 2.714 Tn

Fuerza cortante dinámica en la base:

- Dinámico en la dirección "X": 1.75 Tn
- Dinámico en la dirección "Y": 2.17 Tn

Desplazamiento máximo en el techo:

- D. máx. en la dirección "X": 7.19 mm
- D. máx. en la dirección "Y": 4.83 mm

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

Tipo de cimentación:

- Zapatas para pedestales
- Sobrecimientos

Estrato o apoyo de cimentación:

- Sobrecimientos

Parámetros de diseño de cimentación:

- Profundidad de cimentación: -1.00 m a partir del NFZ
- Presión admisible: 1.27 kg/cm²
- Asentamiento diferencial máximo aceptable: 2.54 cm

Parámetros sísmicos de suelo (según norma E.030):

- Zona sísmica: Zona 2 (Z = 0.25)
- Tipo de perfil de suelo: S2
- Factor de suelo (S): 1.20
- Período Tp (s): 0.6 seg
- Período TL (s): 2.00 seg

Agresividad del suelo a la cimentación:

- Insignificante

Problemas especiales de cimentación:

- Licuación: No
- Colapso: Bajo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PORFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



NOMBRE DE TESISISTA:
Bach. Apolinar Maverick Choquehuanca Quispe

Proyecto:
INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ (GUADUA TAKAHASHIAE), EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA ECOLÓGICA EN LA ZONA DE KITENI, DISTRITO DE ECHARATI, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN, DEPARTAMENTO CUSCO

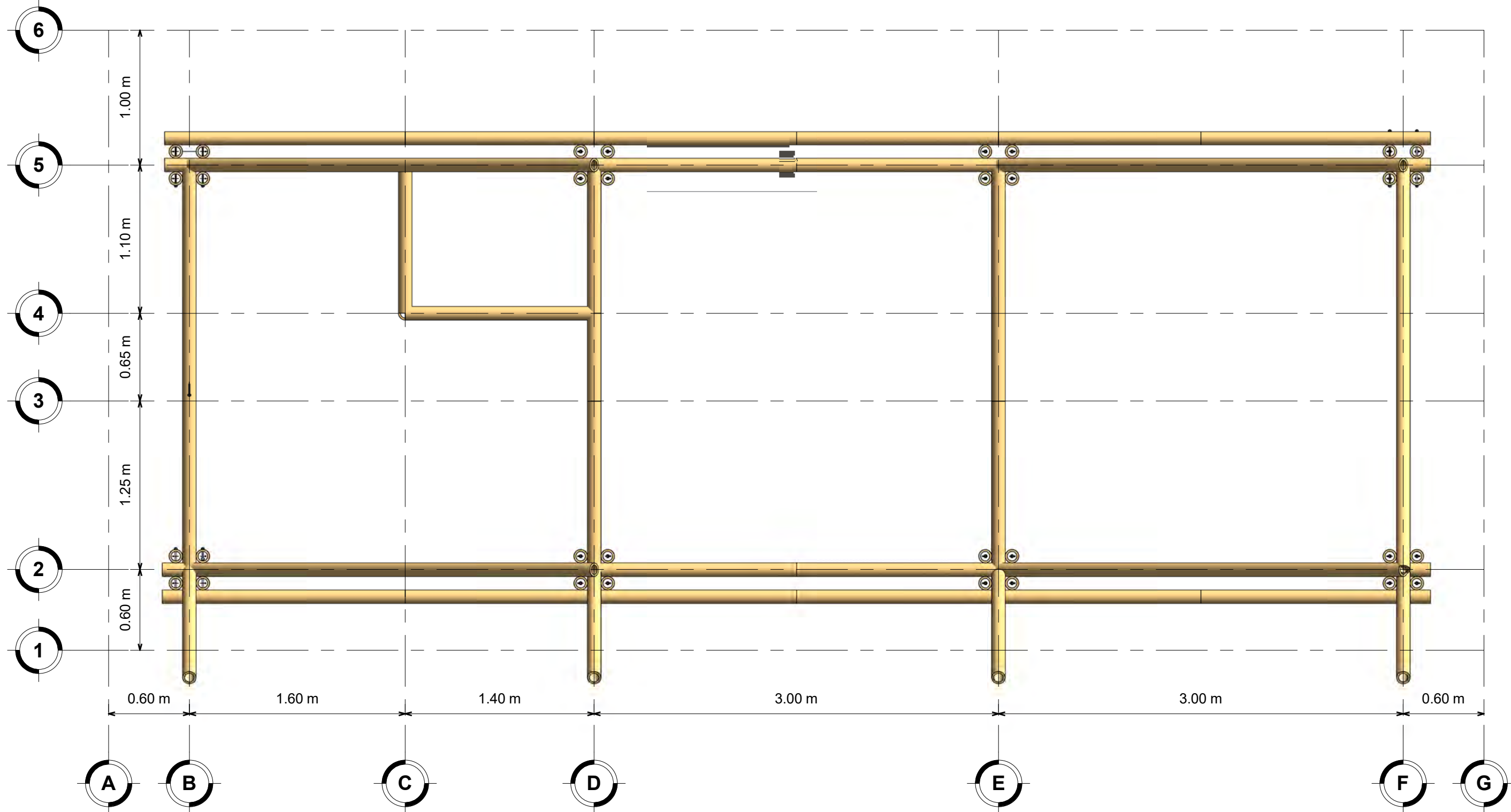
Plano:
**PLANO DE ESTRUCTURAS
CIMENTACIÓN**

Ubicación:
CUSCO / CONVENCIÓN / ECHARATI

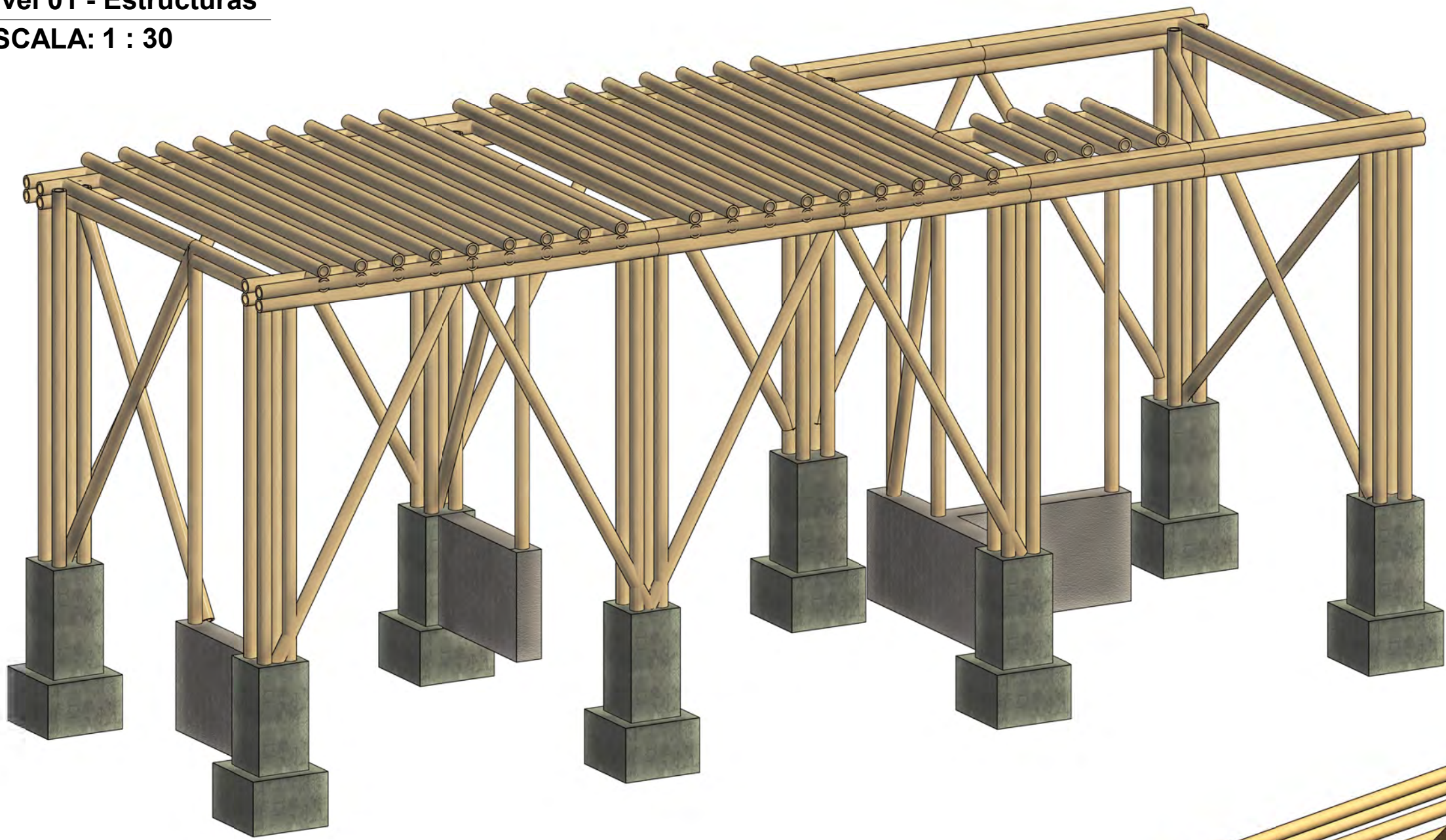
Escala: INDICADA
Fecha: DICIEMBRE 2025
DATUM: WGS-84

Código:

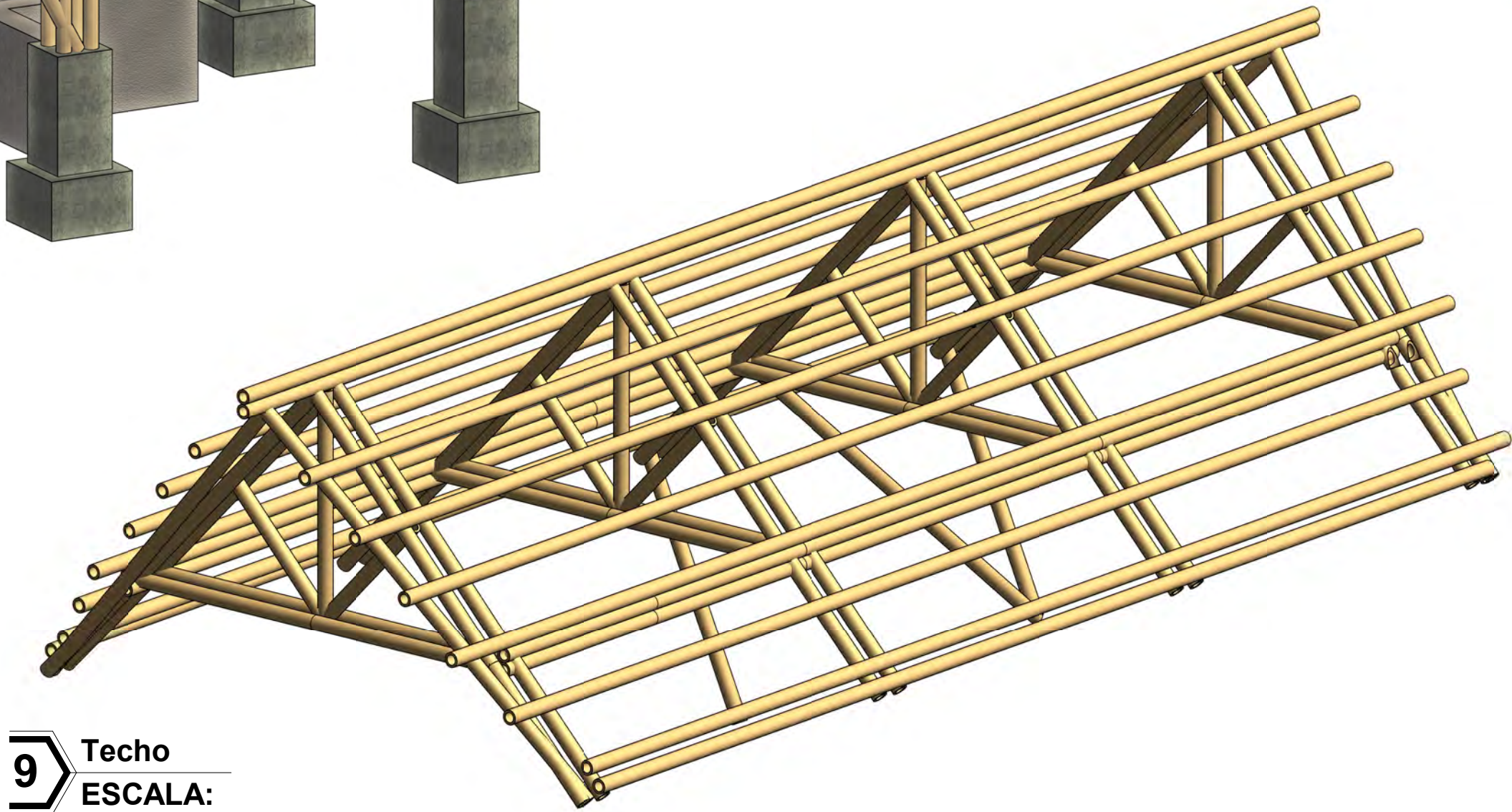
E01



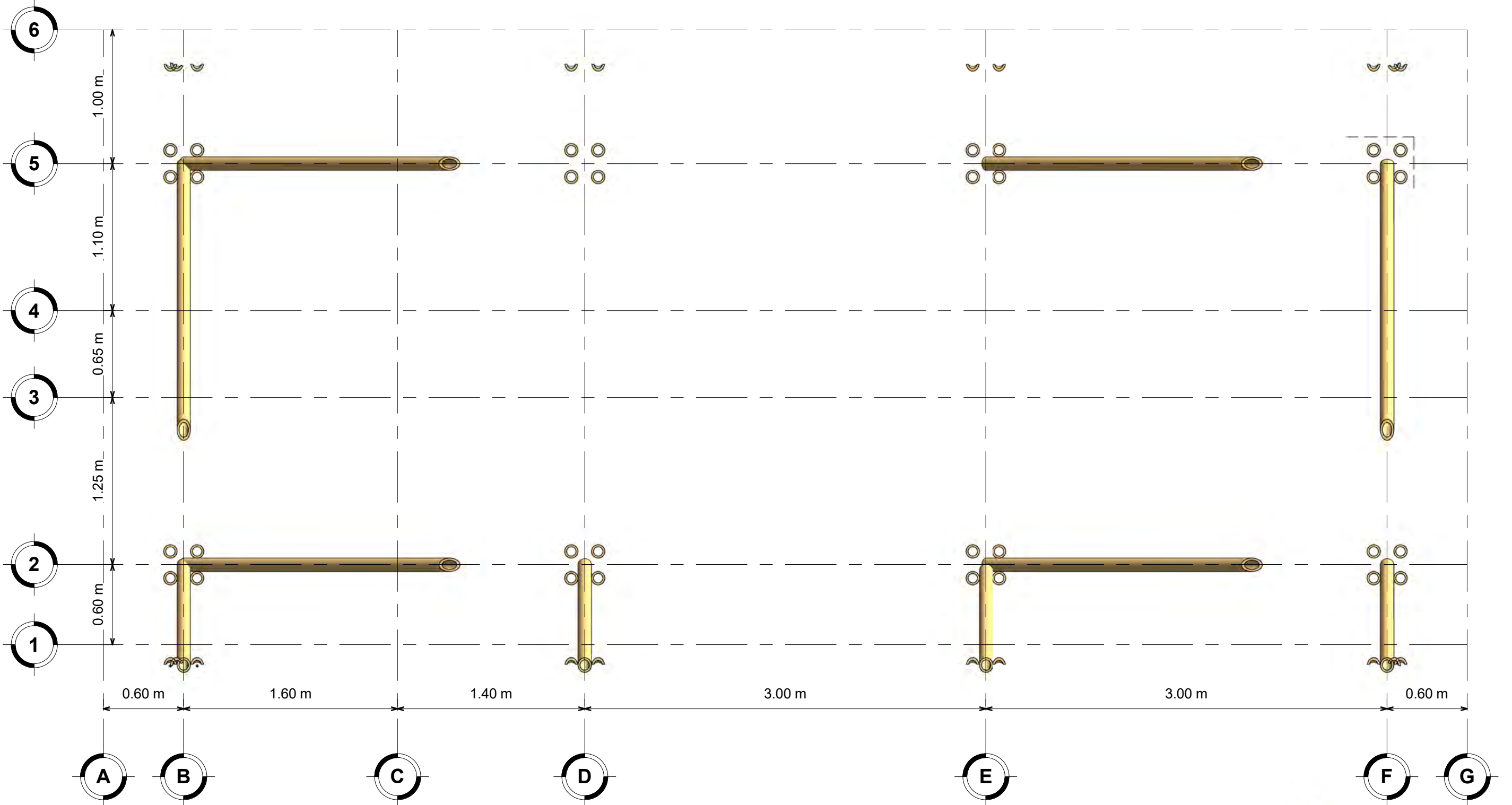
7 Nivel 01 - Estructuras
ESCALA: 1 : 30



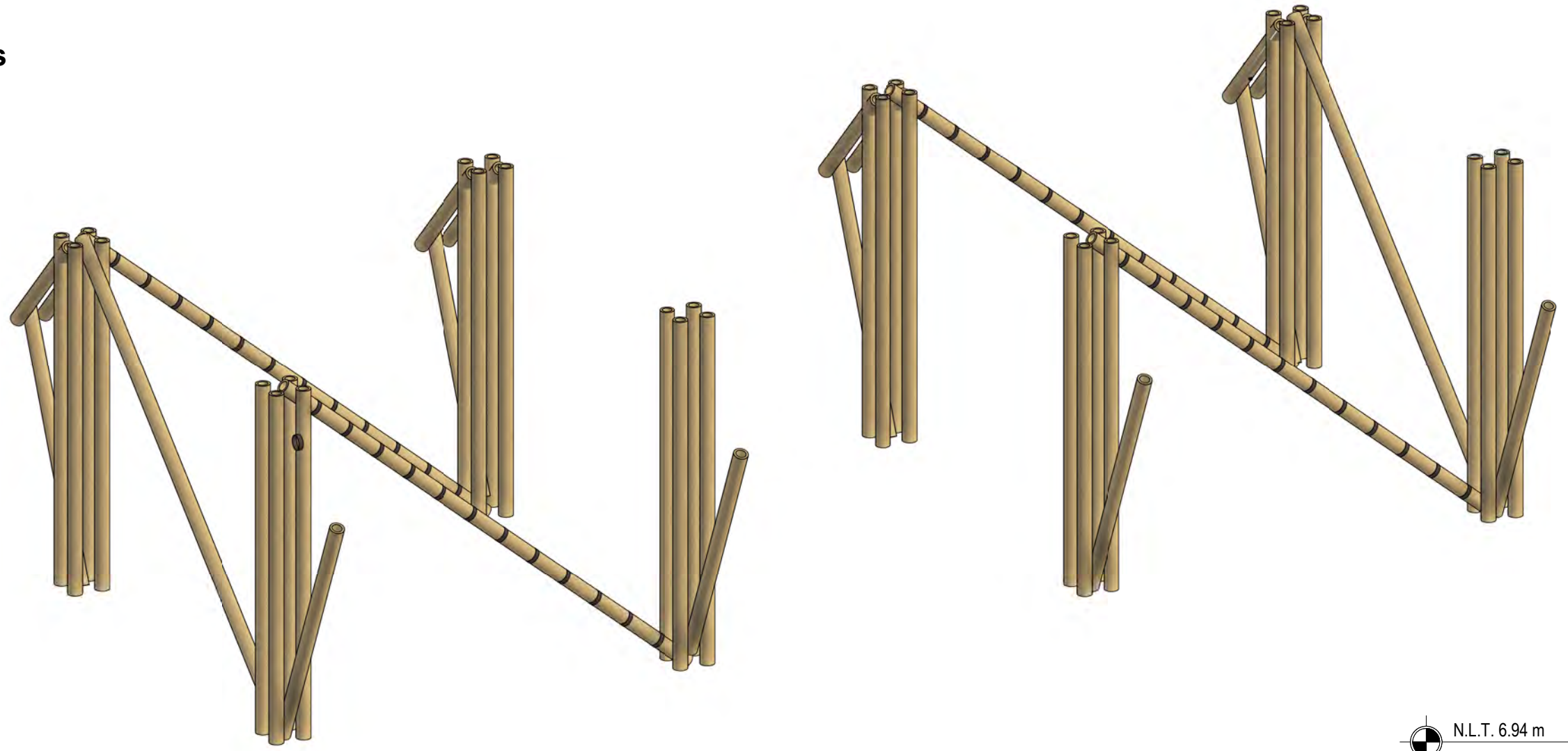
5 Primer Nivel
ESCALA:



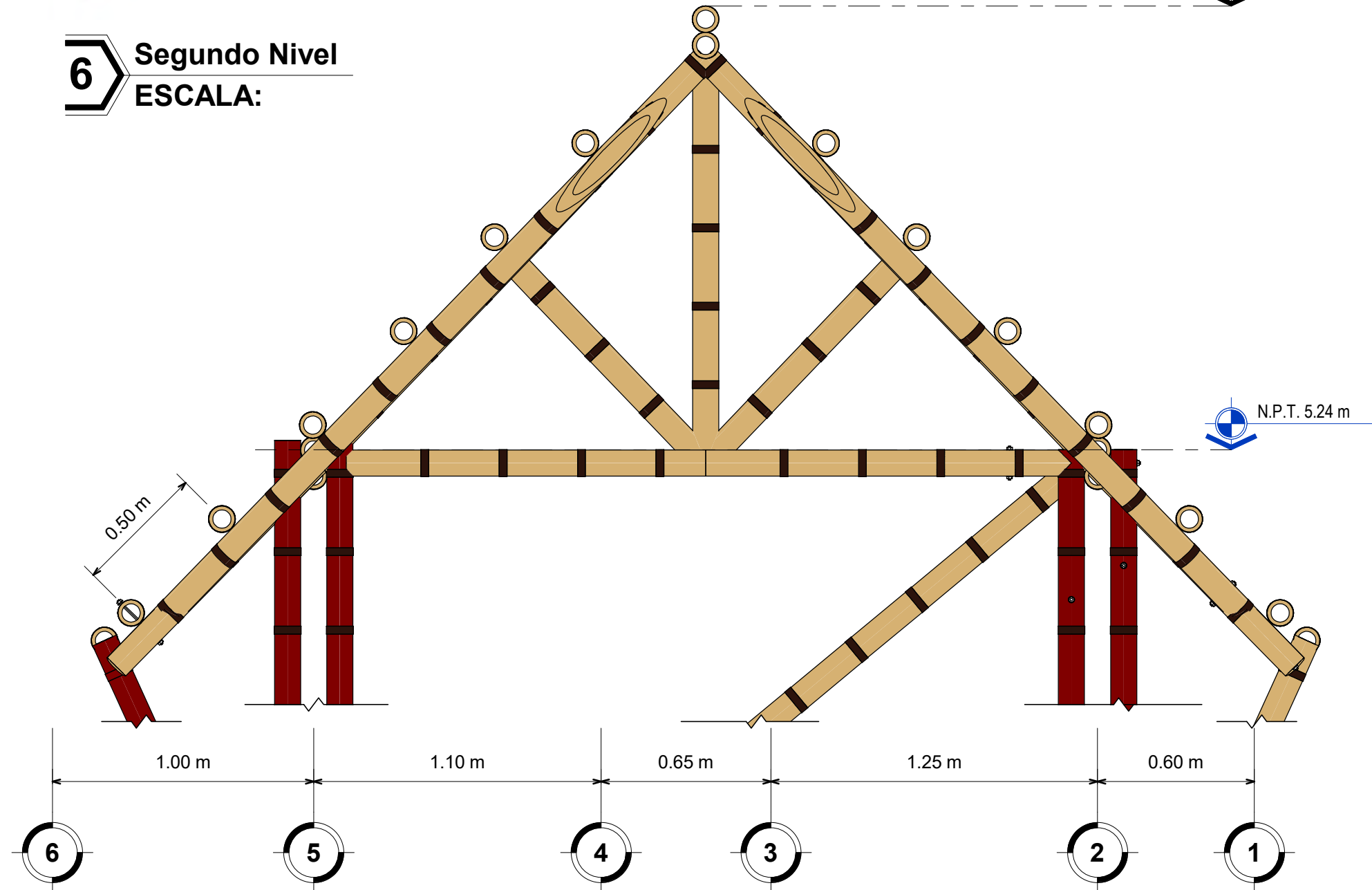
9 Techo
ESCALA:



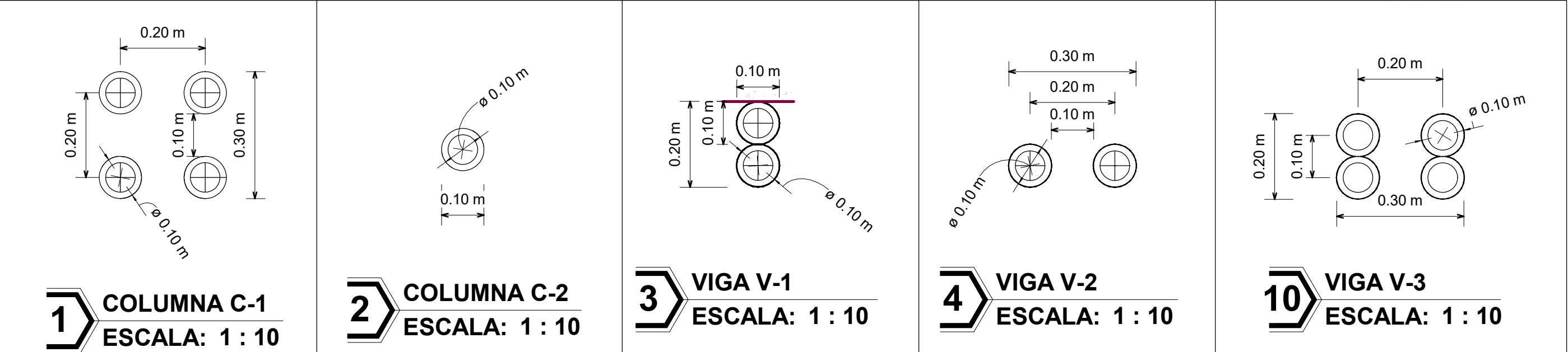
8 Nivel 02 - Estructuras
ESCALA: 1 : 30

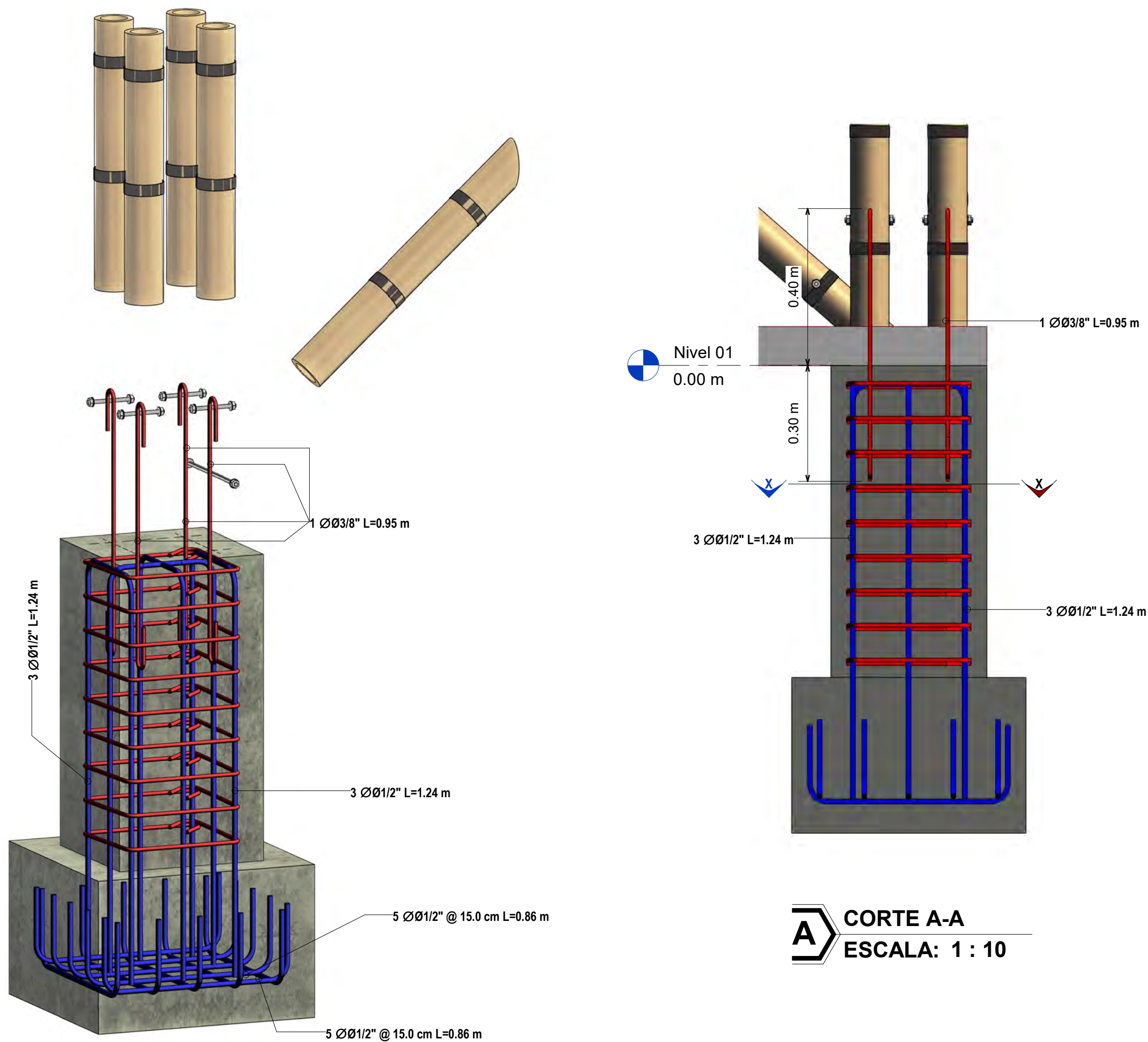


6 Segundo Nivel
ESCALA:

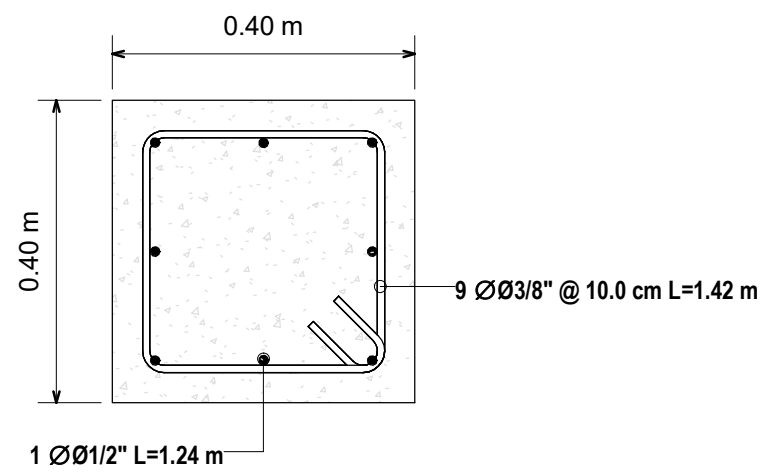


11 PERFIL DE CERCHA
ESCALA: 1 : 20

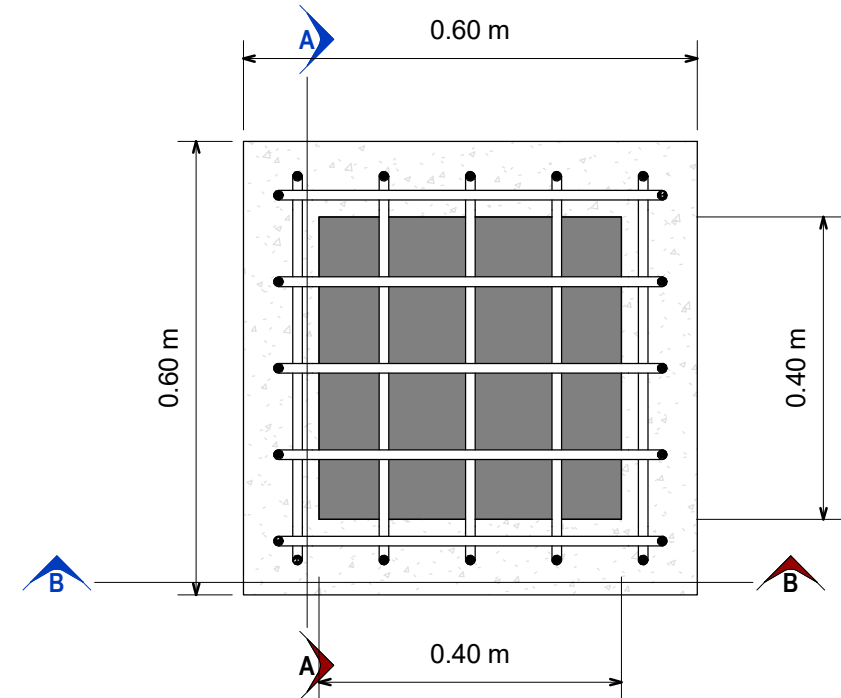




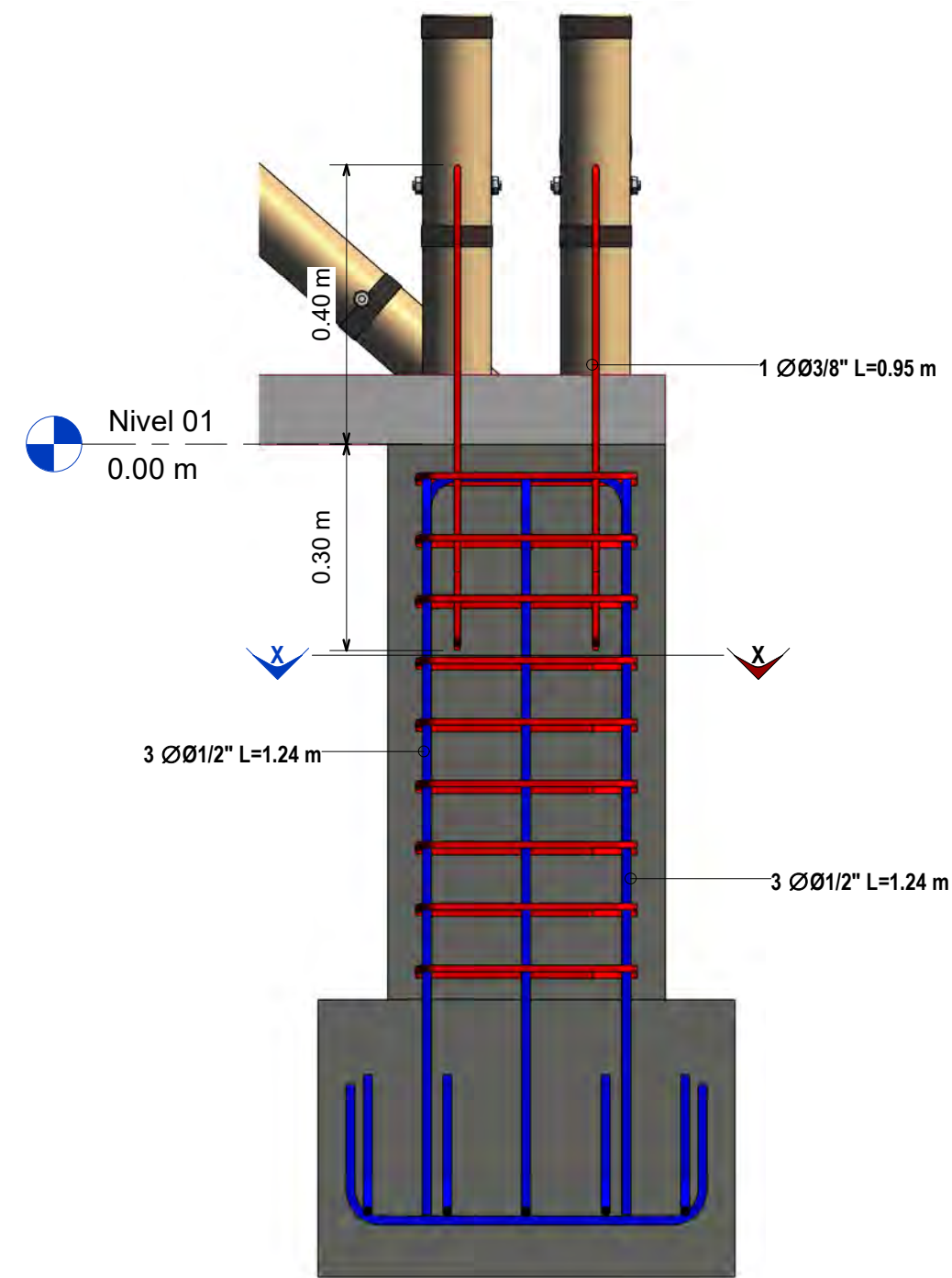
7 VISTA 3D DETALLE DE ACERO EN PEDESTAL
ESCALA:



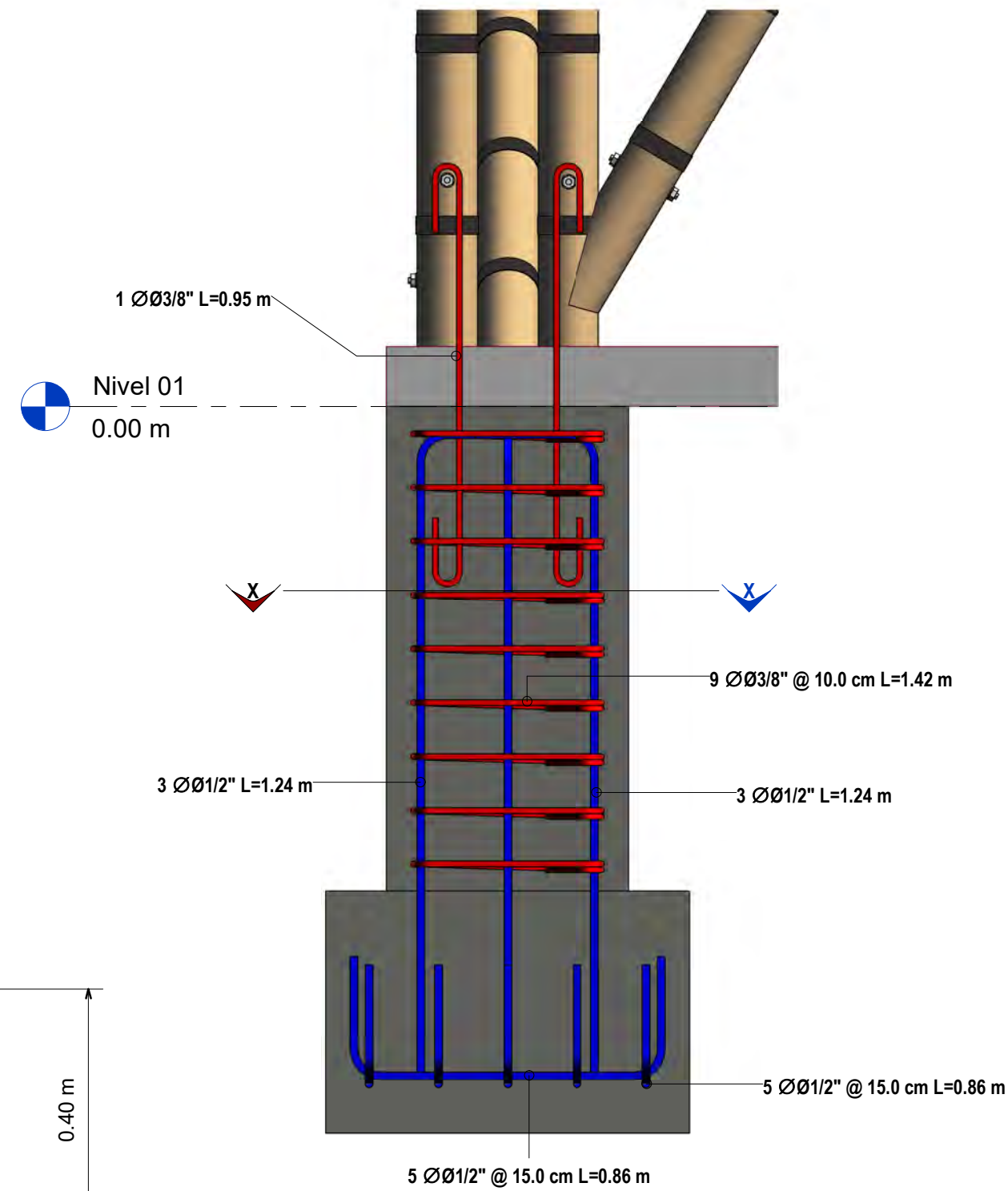
X SECCION X-X
ESCALA: 1 : 10



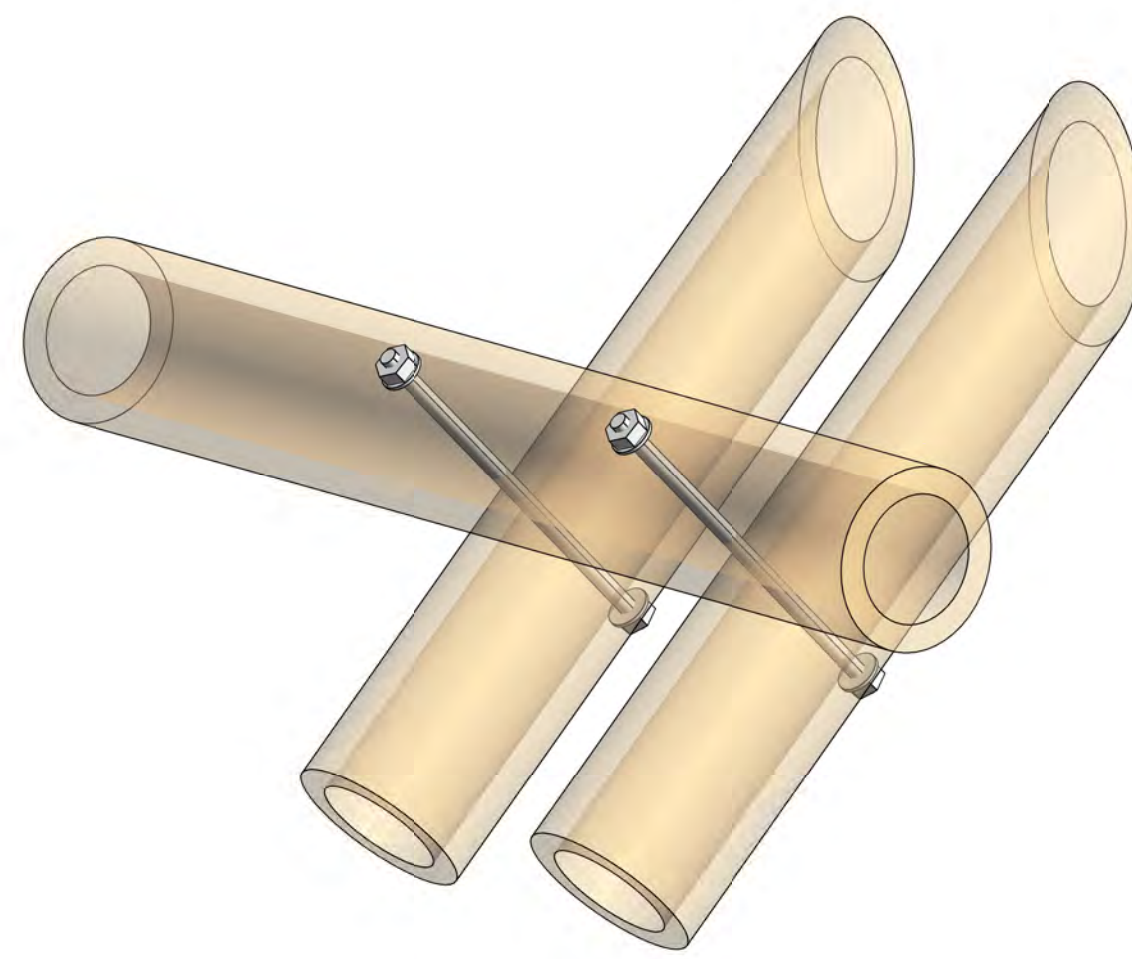
10 ZAPATA
ESCALA: 1 : 10



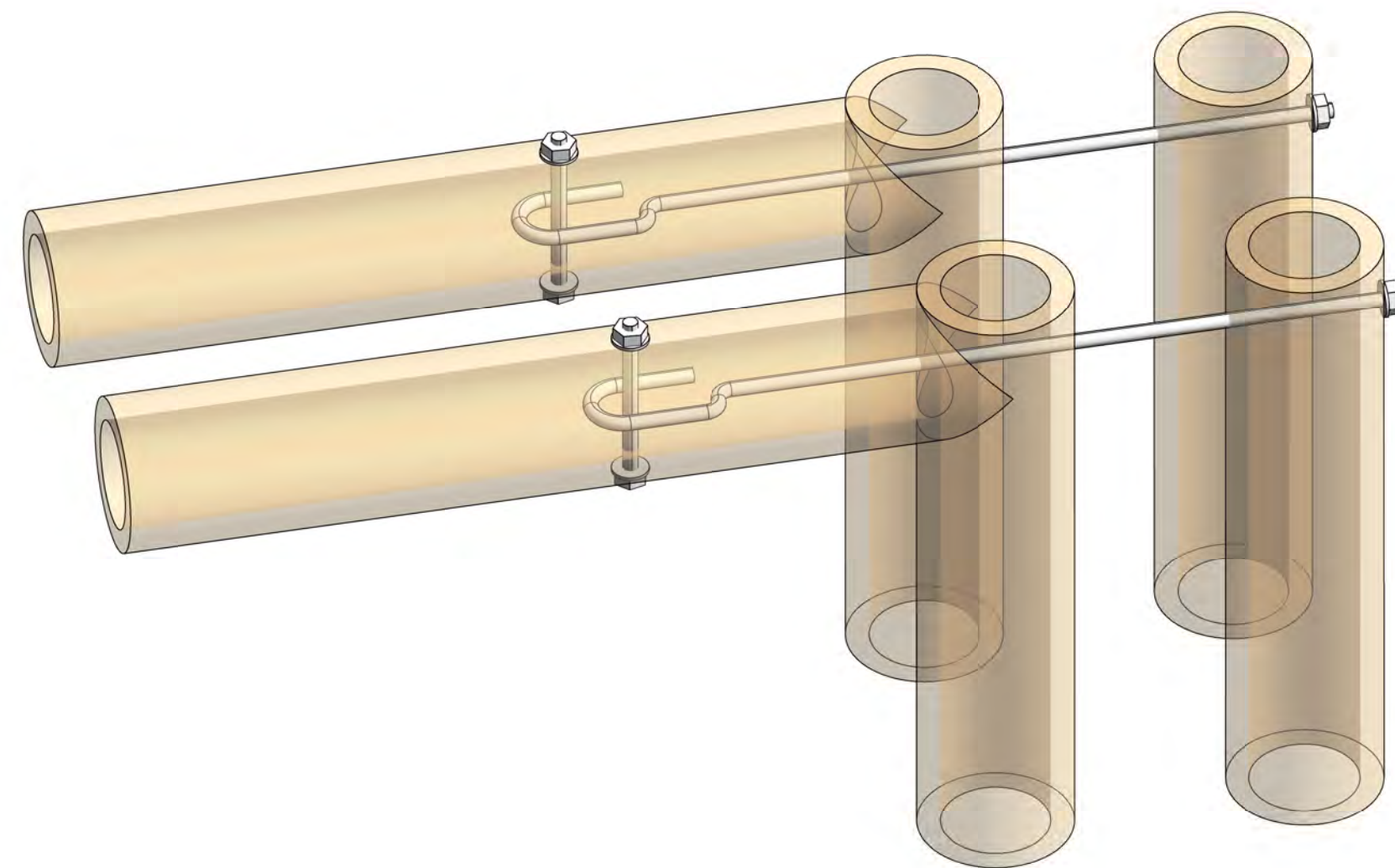
A CORTE A-A
ESCALA: 1 : 10



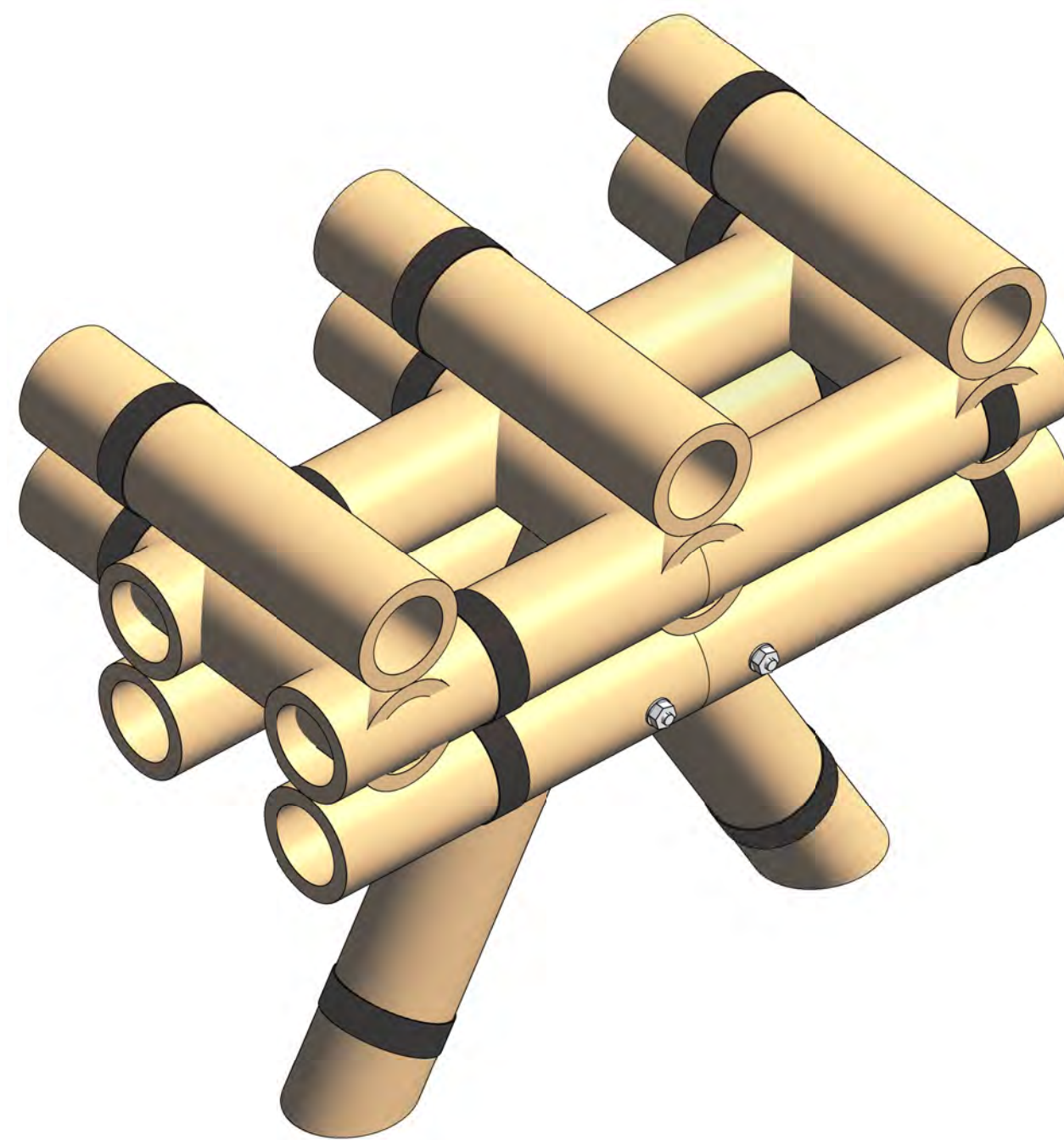
B CORTE B-B
ESCALA: 1 : 10



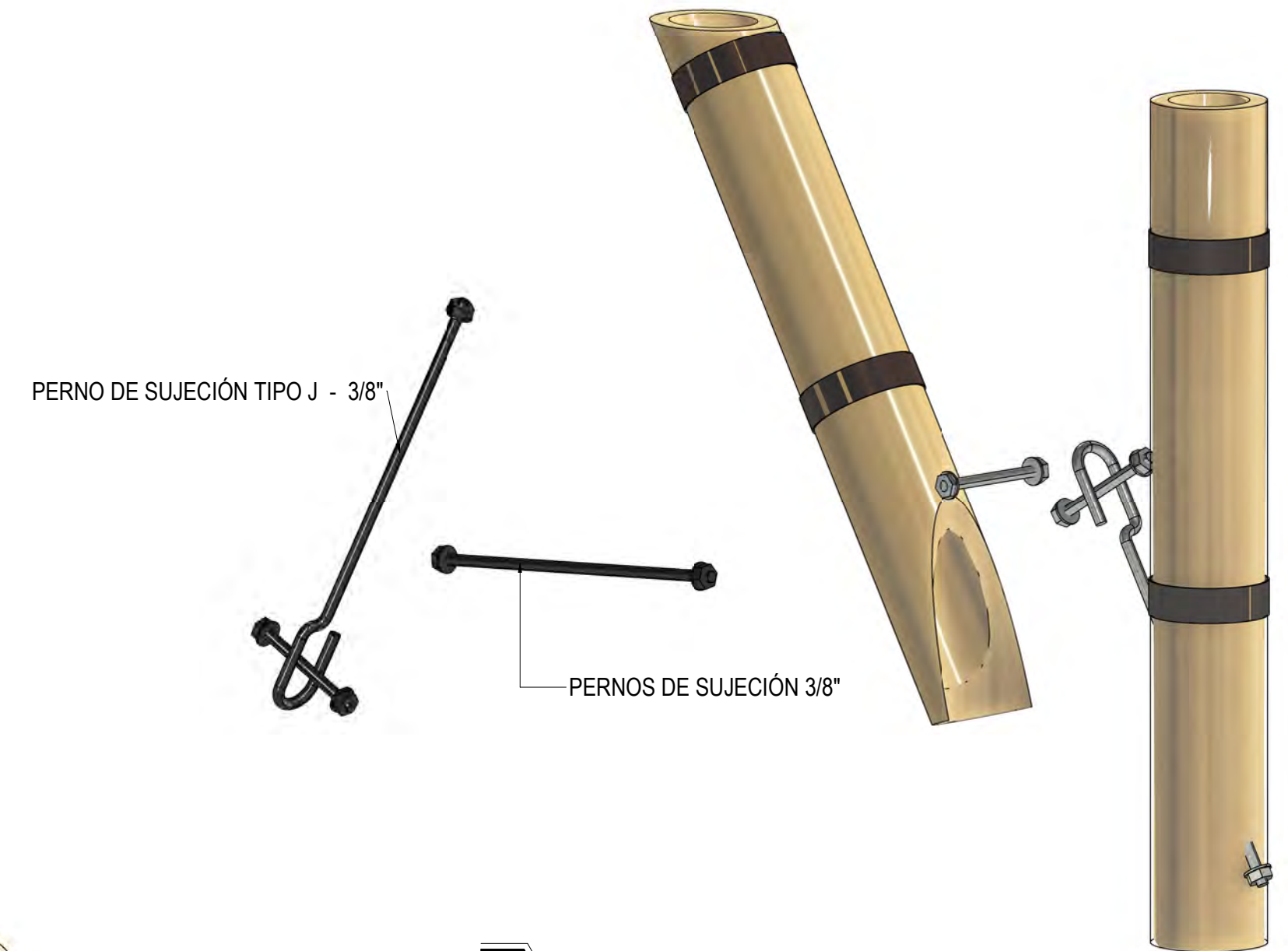
3 Conexiones correas
ESCALA:



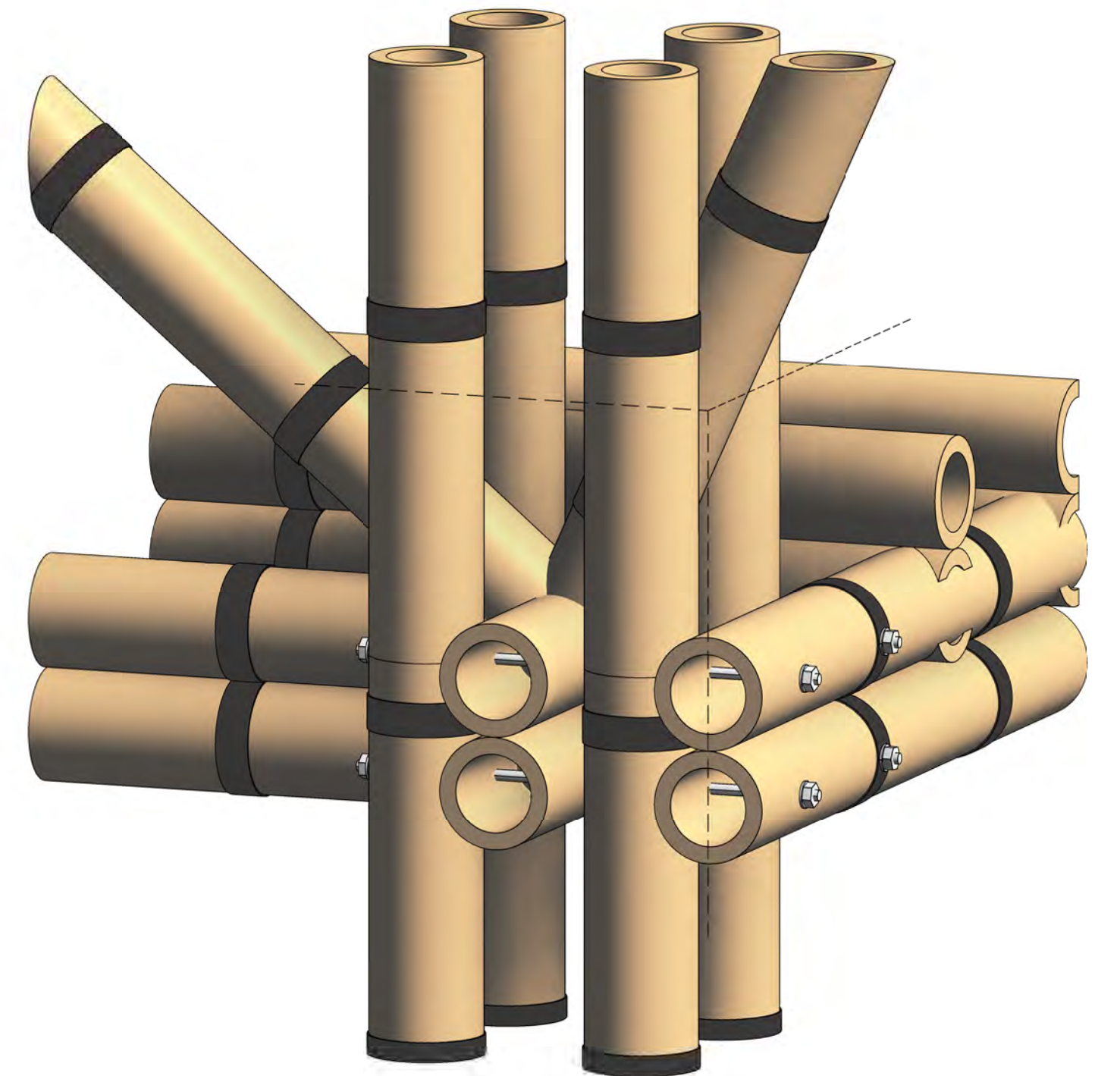
2 Conexion columna - cuerda inferior
ESCALA:



6 Conexión Viga Diagonal
ESCALA:



11 Conexión columna - diagonal
ESCALA:



5 Conexión Viga - Columna
ESCALA:

