



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

“Características Físico Mecánicas del Bambú Guadua como material estructural alternativo para la construcción en el Valle del Alto Mayo-2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Arquitecto

AUTOR:

Flores Tafur Jheyson (ORCID: 0000-0002-0306-9375)

ASESORA:

Arq. Rengifo Mesía Karina (ORCID: 0000-0002-5046-7595)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Arquitectura

TARAPOTO- PERÚ

2020

Dedicatoria

A mis padres. Sr Marcelo Flores Mego y Sra. Marielita Tafur Rojas por confiar en mí, sabiendo que iba a ser un camino difícil lleno de obstáculos día a día.

A mi hermana Jennifer Flores Tafur por el apoyo moral en cada momento y en especial en los momentos más complicados.

Agradecimientos.

Este proyecto de investigación se hizo posible realizar con el apoyo de muchas personas tanto como docentes, arquitectos, amigos, expertos y especialistas de Bambú para obtener datos concretos. A muchos docentes que brindaron sus enseñanzas y una buena orientación en mi tesis, así como utilizar mejor los términos adecuados.

Y en especial a mi familia por darme el apoyo incondicional y que siempre confiaron en mí.

ÍNDICE

Carátula.	
Índice de contenido.	
Índice de tablas.	
Índice de figuras.	
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. MARCO TEÓRICO.....	12
III. METODOLOGÍA	26
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	26
3.2. Variables y operacionalización	27
3.3. Población, muestra y muestreo	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.5. Procedimientos.....	28
3.6. Método de análisis de datos.....	30
3.7. Aspectos éticos... ..	30
IV. RESULTADOS.....	31
V. DISCUSIÓN.....	46
VI. CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS	53
ANEXOS.....	57

INDICE DE TABLAS

TABLA N°1. Cuadro de operacionalización.....	26
TABLA N°2 Propiedades físicas.....	28
TABLA N°3 Propiedades físico mecánicas de muestras.....	29
TABLA N°4 Coeficiente de conductividad térmica.....	31
TABLA N°5. Comparación física y mecánica por kg/cm2.....	32
TABLA N°6. Comparación de costos con respecto a otros materiales en construcción.....	34
TABLA N°7. Resistencia y vida útil con respecto a otros materiales en construcción.....	35
TABLA N°8. Resistencia y vida útil con respecto a otros materiales en construcción.....	37
TABLA N°9. NORMATIVIDAD. Esfuerzo admisible vs Esfuerzo obtenido.....	38
TABLA N°10. Comparación mecánica con respecto al RNE y Pabellón Zeri.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

GRÁFICO N°1. Cuadro de dimensiones Físicas.....	29
GRÁFICO N°2. Densidad por muestra	30
GRÁFICO N°3. % de Humedad de las muestras.....	30
GRÁFICO N°4. Esfuerzos por kg/cm ²	31
GRÁFICO N°5. Grado de conductividad térmica... ..	32
GRÁFICO N°6. Gráfico de Elasticidad.....	33
GRÁFICO N°7. Comparación físico mecánica con maderas... ..	33
GRÁFICO N°8. Comparación costo unitario de materiales.....	34
GRÁFICO N°9. Comparación costo unitario de materiales.....	35
GRÁFICO N°10. Resistencia de diseño	35
GRÁFICO N°11. Masa por volumen.....	36
GRÁFICO N°12. Relación de resistencia... ..	36
GRÁFICO N°13. Módulo de elasticidad.....	36
GRÁFICO N°14. Relación de rigidez... ..	37
GRÁFICO N°15. Durabilidad de material... ..	37
GRÁFICO N°16. Comparación de esfuerzo admisible y esfuerzo obtenido ...	38
IMAGEN 1 . Esfuerzo de tensión	21
IMAGEN 2. Pabellón Zery.....	39
GRÁFICO N°15. Comparación de esfuerzo admisible y esfuerzos.....	40
IMAGEN 3. Pabellón Zery	40

Resumen.

El presente trabajo de investigación se titula “Características físico mecánicas del Bambú Guadua como material estructural alternativo para la construcción en el Valle del Alto Mayo-2020”, tuvo como objetivo general, Conocer el comportamiento estructural del bambú en las construcciones con respecto a otros materiales constructivos.

El presente trabajo es tipo básica no-experimental, con diseño descriptivo-simple, ya que no adultera ni manipula la variable, en esta investigación se tiene como muestra cañas de bambú guadua angustifolia provenientes del Valle del Alto Mayo, basándose en la observación y análisis de los estudios antes realizados al tema de este modo se pudo recolectar información para dar a conocer sus características y el comportamiento estructural del bambú en las construcciones, , la técnica de estudio fue análisis documental y el instrumento, se empleó una ficha de registro de datos, elaborado con 9 dimensiones que fueron desarrolladas a partir de la variable con una escala nominal.

Palabras Clave: Comportamiento estructural, Bambú.

ABSTRACT.

This research work is titled "Physical-mechanical characteristics of Guadua Bamboo as an alternative structural material for construction in the Alto Mayo Valley", its general objective was to know the structural behavior of bamboo in constructions with respect to other construction materials.

The present work is a basic non-experimental type, with a descriptive-simple design, since it does not adulterate or manipulate the variable, in this research we have as a sample guadua angustifolia bamboo canes from the Alto Mayo Valley, based on observation and analysis. From the studies previously carried out on the subject in this way, information could be collected to publicize its characteristics and the structural behavior of bamboo in buildings, the study technique was documentary analysis and the instrument, a data record sheet was used, elaborated with 9 dimensions that were developed from the variable with a nominal scale.

Keywords: Structural behavior, Bamboo.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial cada país posee diversidad geográfica, climática y cultural, esto genera necesidad de edificar viviendas que se adapten a su entorno, se convirtió en una actividad esencial a lo largo de los años en nuestra existencia, es esencial construir edificaciones con requerimientos y cumplimientos de la necesidad social, brindar protección; pero también deben cumplir con la necesidad que tiene cada uno con su identidad ya que manifiesta lo que somos como grupo, comunidad y personas en relación al entorno cultural que pertenecemos, etc. Esto se vio reflejado antiguamente en la cultura China, Inca, árabe, etc. Cuya arquitectura eran únicas y autóctonas en cuanto a su diseño y material las cuales eran apropiadas para su entorno, por lo cual definían su cultura una de la otra a simple vista, esto se empezó a perder en estas culturas y en muchas otras a raíz de diseños y materiales establecidos para la construcción a nivel mundial en nuestra década, mucho de las cuales no están aptas para algunos climas y regiones en la que se encuentran. También existen comunidades en que las edificaciones son elaboradas de forma convencional o artesanal la cual significa que no tengan cierta eficiencia en la construcción. También, es importante señalar que se construye con materiales de características adecuadas si se encuentra en una zona sísmica, que tenga un nivel de dilatación y elasticidad necesarias. En cuanto al autor Gernot Minke en su libro (Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra) “La selección y diseño de materiales para la edificación depende de la disponibilidad, conocimiento y prácticas en cuanto a al tema constructivo y aceptación en la comunidad o sociedad”.

En nuestro país el material predominante es el ladrillo, pero existen poblaciones rurales donde la construcción de edificaciones es precaria por las condiciones económicas del habitante. Tal como se ve reflejado de en el censo del año 2017 con 7 689 900 viviendas, predomina el ladrillo con un total de 4 298 274, lo que representa el 55,8%; así mismo, tienen como material adobe o tapial 2 148 494 viviendas, con el 27,9% en proporciones menores se tiene como material la, madera (9,5%), quincha (2,1%), piedra con barro (1,0%), piedra, sillar con cal o

cemento (0,6%) y otros materiales que incluye; triplay, calamina, estera u otros (3,1%). Sin embargo, muchas de estas viviendas de construcción artesanal no brindan el confort térmico adecuado, seguridad, etc. Estos materiales y diseños no son aptos para el clima y la geografía en la que se encuentran, no tienen la seguridad sísmica requerida a nivel nacional por el RNE, de acuerdo a su propósito, logrando la resistencia estructural, así como condiciones de seguridad las cual se ejecutará con materiales que tengan en cuenta las características de su medio ambiente en general.

En la región San Martín, valle del Alto Mayo, se observa construcciones de viviendas con materiales de concreto, ladrillo, drywall, adobe, quincha, en mayor escala y el uso del bambú en menor escala, esta información se puede corroborar en el censo del INI en la región y a nivel nacional en su libro “Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a servicios básicos” en la página 27, gráfico N° 1.6; que el 49,3% de las viviendas son de material noble predominante en el año 2017. Así mismo esto se ve reflejado en la situación habitacional del año 2012 en la región, la cual menciona en la sección II “Materiales predominantes en las edificaciones” que el ladrillo o cemento es el material más usado con 80,480 mil viviendas en segundo lugar la quincha con un total 40,002 mil, madera con 39, 430 mil; (Edificaciones 40% ladrillo, quincha 20% otros 40%) también se tiene datos de Adobe, tapial y otro en menor uso. Estos materiales y diseños predefinidos son de zonas (costa y sierra) las cuales no están aptas para el entorno medio ambiental que poseemos y esto no cumple con los estándares exigidos por el RNE: Norma A.010 Condiciones Generales de Diseño, la cual menciona en el Capítulo I; Artículo 3. Que las edificaciones deben tener una calidad adecuada arquitectónicamente, esto se logrará con un diseño estético y funcional de acuerdo a su propósito, logrando la resistencia estructural, así como condiciones de seguridad las cual se ejecutará con materiales que tengan en cuenta las características de su medio ambiente en general. Al respecto del Bambú, es accesible en el espécimen Bambú Guadua Angustifolia Kunth, “Marona”, ya que este crece de manera natural y podemos encontrarlos en barrancos, bordes de ríos, más aun ahora con los programas de reforestación y plantación de Bambú en todo el valle por Gobierno Regional de San Martín y Gobierno Central, según el Ministerio de Agricultura en su plan

nacional de promoción del bambú 2008-2020; página 26-Anexo 04, se tiene un comité de producción establecido en Atumplaya en el Valle del Alto Mayo; con un costo promedio al por mayor de S/. 10.50 por trozo, la convierte en una alternativa viable para la construcción con el Bambú, aparte que es apropiado para la construcción por sus propiedades de aislamiento térmico, estructural, estético etc.

Problema ¿Cómo es el comportamiento estructural del bambú en las construcciones comparado con otros materiales constructivos?

La **justificación** de la investigación en lo **práctico** se dará a conocer un material alternativo para la construcción de edificaciones se demostrara que es resistente, además de flexible, acústico y térmico que es capaz de soportar cargas estructurales sin ningún problema con el cual se podrá construir de manera más rápida, disminuyendo la contaminación generada por la construcción con materiales convencionales, la tala excesiva de árboles maderables y estará en armonía con nuestro entorno o ambiente y sociedad en la que nos encontramos, se busca implantar este material en las construcciones ya que es estéticamente atractivo en todos los usos que se lo dé ya sea estructural o decorativo, genera seguridad y calidad, además su tiempo de vida es de 15 a 30 años, sus cualidades son ideales a las características del suelo, paisaje y clima que estamos, generando un mejor confort social y visual en la comunidad. A través del presente estudio se da a conocer que es accesible en la zona y crece de manera natural en los barrancos, acantilados, y orillas de los ríos, se tiene proyectos de reforestación generados y financiados por el gobierno regional y gobierno central; obteniendo centros de producción establecidos en la zona con costos accesibles para el consumidor, con el cual también se busca fortalecer la cadena productiva del bambú generando mayor beneficio para los productores y la región, a través de sus diferentes programas. Teórico, con los datos obtenidos de esta investigación se espera que se pueda tomar en cuenta este material para las construcciones en la zona ya que cumple con los estándares exigidos por el RNE, según la norma A.010 "Condiciones generales de diseño" Capítulo 1, Artículo 3 y E 100; Metodológico esta información recopilada mediante libros y repositorios aportará una nueva técnica y modelo

para tratar el problema de la construcción en la zona teniendo en cuenta la construcción con Bambú.

Objetivo general es Conocer el comportamiento estructural del bambú en las construcciones con respecto a otros materiales constructivos.

El objetivo específico será revisar teorías relacionadas al uso del bambú en la construcción.

-Identificar las propiedades físicas, físico mecánicas y químicas del bambú y otros materiales constructivos.

- Determinar la resistencia, los costos y vida útil del bambú y otros materiales constructivos.

-Determinar si cumple con el Reglamento Nacional de Edificaciones para su uso estructural en la construcción.

- Determinar mediante comparación con edificaciones si las propiedades son aptas para la construcción.

Hipótesis, El comportamiento estructural del bambú en las construcciones es favorable.

II. MARCO TEÓRICO

Estudios previos encontrados a nivel Internacionales Martínez S. (2015) en su trabajo de investigación titulado: *Bambú como material estructural: generalidades, aplicaciones y modelización de una estructura tipo – 2015*. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Valencia. Tipo de estudio no fue experimental, con diseño descriptivo-correlacional, Se da a conocer los modelos a elaborar y materiales de los cuales están desarrollados. Además, paralelo se presentan las acciones y combinaciones de carga, con sus magnitudes y posible presencia simultánea. El objetivo general es estudiar la aptitud del bambú como elemento estructural en pasarelas y puentes en los cuales se comparará su comportamiento resistente frente a la madera para dos tipologías de pasarela. Concluyendo que la estructura es sismo-resistente y estable a las cargas, y así también será para otros ya que son de menor magnitud. El bambú tiene un potencial enorme, ya sea aplicándolo en las estructuras que se conocen actualmente como para desarrollar en el futuro nuevas soluciones técnicas, gracias a sus inigualables características como especie, rápido crecimiento, rectitud, crece a nivel mundial, absorbe co2, etc.). Es forestal de mucho valor que se puede potenciar, y muchas razones más, disminuir la tala que sufren gran parte de las especies maderables y ayudar a detener la deforestación de los grandes bosques. Referida mente a su uso estructural, la creación de normas que contribuyen de forma eficaz a su uso y aplicación. (p.42).

Andrade, V. (2019) en su trabajo de investigación titulado: *Bambú en la construcción Análisis de diferentes casos de estudio con sistema constructivos en Bambú* (Tesis de Maestría) Universidad de Évora. Tipo de estudio no fue experimental con diseño exploratorio descriptivo y explicativo, en este trabajo se analizará e investigará dos casos de estudio que tengan sistemas constructivos en bambú, como principio se analizarán ejemplos ya existentes en países de los continentes asiáticos y americanos. Estas zonas escogidas tienen las condiciones ambientales apropiadas para el crecimiento del bambú como planta propia de la zona, por lo que su crecimiento se da de manera natural y en grandes cantidades generando que este material parte de sus edificaciones. Concluyendo a pesar que los dos se encuentran ubicados geográficamente en continentes diferentes, tienen algunas igualdades la cual permite el desarrollo y

el uso del bambú en estas áreas. Gracias a sus componentes del bambú ambos utilizan este material como elemento principal de sus construcciones. Observando la Tabla número 6, se puede decretar que la especie de América tiene mayores deformaciones que las de Asia, sin embargo, de las especies de Asia algunas consiguen soportar elevadas cargas. (p 158).

Gálvez, F (2017) en su trabajo de investigación titulado: *Teoría, diseño y práctica con Bambú, riesgo y sostenibilidad en San Antonio Suchitepéquez* (Tesis Pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. El tipo de estudio no fue experimental, con diseño análisis deductivo, la investigación de este proyecto se desarrollará en el caserío Chegüez, en la parte sur de San Antonio Suchitepéquez, departamento de Suchitepéquez, en Guatemala. Su objetivo es conocer la infraestructura existente, las condiciones climáticas de la zona, sociales de los beneficiarios, saber sus necesidades, saber sus costumbres y forma de vida para lograr una solución eficiente al final del proceso, que cumpla las necesidades y los requerimientos de su realidad. Se concluyó que la condición de pobreza no permite que sus pobladores tengan las condiciones básicas para vivir y el bambú como material eco-sostenible es una forma alternativa por estar disponible en la zona. Sin embargo, se utiliza el bambú sin el conocimiento adecuado sobre el sistema constructivo, por lo tanto, afecta directamente al entorno de sus habitantes y al tiempo de durabilidad del material (p 129).

A nivel nacional, se encontró a Pérez, J y Quintana, E. (2019) en su trabajo de investigación titulada: *Evaluación de las Características Físico Mecánica del bambú Guadua) como material alternativo para el Diseño de una Vivienda-8-2019*. (Tesis pregrado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. El tipo de estudio no fue experimental, con diseño deductivo, la población lo conforma exclusivamente el bambú guadua angustifolia kunth, la selección y colección de muestras se realizó considerando la norma NTP N° 251.008 (Norma Técnica Peruana – “Maderas: Selección y colección de muestras”), las cuales no contó con normas o manuales característicos para bambú, con este fin se adaptó la información de esta norma para la selección y colección de muestras de bambú. El objetivo general planteado es “ Evaluar la viabilidad del bambú(Guadua angustifolia Kunth) como material alternativo

mediante ensayos para las diferentes aplicaciones en estructuras y proceso constructivo” Concluyendo que, luego de someter al bambú a los distintos ensayos físico y mecánicos se ha cumplido con los resultados esperados y por consiguiente se aprueba su uso como material alternativo de construcción, como solución viable a la actual problemática de deficiencia habitacional que enfrenta el país (p 182).

Juárez, D (2019) en su trabajo de investigación titulada: *Uso y Rentabilidad del Bambú como Material Estructural de Construcción- 2019*. (Tesis pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. El método de estudio es mediante Análisis y Deducción, se ejecutará con recolección de información local y fuentes bibliográficas, el objetivo de este trabajo es conocer los usos del bambú en la construcción de pórticos y estructuras de viviendas de uno o dos pisos, así como algunas estructuras especiales; cuales son más accesible y resistente para este tipo de construcciones en nuestro país. Se concluyó que es un material estructural un 35% más beneficioso que los materiales comunes para la construcción de una vivienda de un piso, como resultado se tiene que dar mayor rentabilidad en las partidas, de aproximadamente 43%. Este indicador de ahorro aún puede ser mayor si se considera los gastos generales, ya que es un 33% más efectiva la construcción con bambú que una vivienda de material tradicional.

A nivel local, Córdova, L (2017) en su trabajo de investigación titulado: *Propiedades físicas y mecánicas del bambú procedente del bosque el Maronal de Atumplaya- Moyobamba-San Martín-Peru-2015*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. En este estudio se busca determinar las Propiedades Físicas y mecánicas del bambú del género Guadua, método utilizado de investigación es el método científico – experimental, debido a que se tiene entendimiento de la abundancia del bambú en este bosque, así como la utilización de este material en diversos tipos de edificaciones tales como cercos, almacenes, viviendas, estructuras para colocación de antenas, etc. Así mismo, ya obtenidos los resultados de las pruebas físicas y mecánicas a los cuales se sometieron el Bambú, se realizó una comparación con la Norma Técnica E.100 Bambú, publicada el 03 de marzo del año 2012, de los cuales se concluyó que los valores obtenidos se hallan dentro de los rangos permitidos indicados en la

Tabla N° 8.4.1. Esfuerzos Admisibles de la página siete de la norma técnica mencionada, asimismo se realizó una comparación con estudios similares realizados a diferentes bosques en nuestro país.

Carpio, P y Vásquez, J. (2016) en su trabajo de investigación titulado *Características físicas y Mecánicas del Bambú para fines estructurales-2015*. (Tesis pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego UAPO. Se utiliza el método científico-experimental, la población y muestra serán cañas enteras de bambú tipo guadua proveniente del guadual en el distrito de Marona, la técnica utilizada serán la observación y los resultados de laboratorio que servirán de instrumentos. El objetivo principal es determinar que el bambú cosechado del distrito de Marona, en el departamento de San Martín cumple con las normas técnicas nacionales e internacionales según las características de las muestras probar. Con los valores obtenidos del bambú proveniente del distrito de Marona, Provincia de Moyobamba, en el departamento de San Martín se determinó que este cumple con el Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E.100, en cuanto a las medidas mínimas. (p.84).

Paredes, V. (2017) en su trabajo de investigación titulado: *Uso del Bambú como material estructural caso vivienda ecológica en Tarapoto- 2017*. (Tesis pregrado) Universidad Cesar Vallejo. El tipo de estudio no fue experimental, la muestra es un terreno de 100 m² donde se construirá una edificación usando bambú como estructura, utilizando un muestreo no probabilístico teniendo en cuenta el acceso vial al terreno para fines de estudio científico, la técnica fue mediante recolección de datos y observación. Concluyendo que el planteamiento estructural que se llevó a cabo para el diseño de la vivienda es un sistema aporticado, este influyó de manera eficaz en cuanto a los acontecimientos sísmicos que al ser elaborado en el programa en análisis estático y dinámico, se determinó que la vivienda cumple con los estándares de seguridad estructural según la norma sismo-resistente E: 30. El cual tiene las características mecánicas y elásticas de los tallos de bambú. El lugar donde se realizó la investigación está situado en la ciudad de Tarapoto. (p. 113).

Teorías relacionadas, Aguilar et al. (2019) , en su libro titulado “Manual para la Construcción del Bambú” señala que el Bambú es un recurso sostenible, autorrenovable de rápido crecimiento, en el cual se puede encontrar 3 ventajas fundamentales para ser utilizados como material en la construcción; estas son Sociales, ya que fortalece el desarrollo regional, mejora las condiciones de sustentabilidad en las comunidades; Técnicas, es excelente para la construcción: es menos denso que el acero, más compacto que el concreto, tiene resistencia sísmica; Económicas , es una alternativa de producción rentable ya que genera a nivel mundial 7,000 millones de dólares y es más económico que los materiales convencionales. (p. 029)

Morán (2015) en su libro “Construir con Bambú (Caña de Guayaquil) manual de construcción”, señala porque construir con bambú: Es un material versátil para la construcción, porque es liviano y sismo-resistente, atractivo, natural, económico, abundante, renovable de rápido crecimiento y eco amigable, aparte su utilización requiere herramientas, económicas, manuales y de fácil uso. (p 06)

Sencido (2017) en su “Manual de Construcción de Estructuras de Bambú”, da a conocer con INBAR, aproximadamente la mitad de la población del mundo está familiarizado con el comercio y al uso del bambú, y alrededor de un Millón de habitantes viven en casa de bambú, manifiesta que está lleno de asombrosas características físicas que las cuales hacen su uso en todo tipo de elementos, como tensores, geodésicas, laminadas, estructurales, cables para puentes colgantes y estructuras rígidas , el cual es un material resistente y liviano, y eso genera estructuras importantes para soluciones sismo-resistentes.(p.09)

Ivan B (2017) en su blog “Las Propiedades mecánicas del Bambú” El bambú, como material de construcción, bien podría competir a nivel estructural con el acero, el hormigón o la madera, antes de conocer sus propiedades mecánicas, recordemos las características físicas de esta gramínea. Por la forma acumulada de su tallo, sus dimensiones varían con la altura. Como promedio podemos estimar lo siguiente, altura de 18 a 30 m dependiendo de la especie y edad, Diámetro entre 20 y 8 cm en la base, y 3 cm en su extremo superior, Espesores entre 2 y 2,5 cm en la base, y 1 cm en el extremo superior, Distancia entre nudos de 7 a 10 cm en la base, separándose con la altura entre 25 a 35 cm.

Arcilla J. (1993) en su trabajo de investigación titulada: *“El bambú como Material de Construcción”* (Tesis Doctorado). En este trabajo se analizó el bambú desde el punto de vista científico, forestal, orientado a demostrar la vigencia del bambú como material con posibilidades tecnológicas en la construcción. En cuanto a sus propiedades físico-mecánicas se obtuvo que su conductividad térmica es de 0,004 kcal/mh°C. Es dos veces más rígida que el hormigón, acero y la madera, requiere el 57% de su masa cuando es usado como viga y el 40% cuando es columna. Su resistencia a la flexión es superior a la madera y el acero y su mejor propiedad es la tracción (200-300 N/nm²), la resistencia a la compresión varía entre 630 y 860 kp/cm², la resistencia al corte está entre 167 kp/cm³ más baja que la madera, su resistencia a la flexión es 11.850N/mm² y el módulo de elasticidad está en torno a los 200.000kp/cm². (p 29)

Cachay, J. (2016) en su trabajo de investigación titulada: *Sistemas Constructivos con Bambú orientados al confort térmico en el diseño de un Conjunto Residencial en la ciudad de Rioja, Perú – 2016*. (Título Profesional) Universidad Privada del Norte. El tipo de estudio fue descriptiva-correlacional, utilizó varios proyectos construidos para compararla. Llegando a la conclusión que se identificó que el confort térmico y su relación con los materiales del bambú sí tiene una buena acogida, por lo que es posible utilizar este material para un sistema constructivo, definiendo así también los lineamientos y normas para el diseño del conjunto residencial.

Takahashi J. (2018) en su artículo “El bambú y su potencial para el desarrollo sostenible en el Perú” indica que en la Provincia de Moyobamba departamento de San Martín, el precio de una pieza de bambú de 6 m de longitud en su estado seco tiene un precio de S/. 6.00 en el mercado. (p 49)

Gonzales H. (2005) en su trabajo de investigación titulada *“Elaboración de una Propuesta para el Aprovechamiento y la Transformación del Bambú en el Ámbito del Prodapp (Puerto Inca-Oxapampa)”*. (Tesis Maestría) Universidad Agraria la Molina. En su evaluación del mercado del bambú en Lima, indica que la caña de

bambú proveniente de Moyobamba tiene un costo de S/. 13.00 en su estado seco con una longitud de 6 metros. (p106) Anexo 5.

Moromi I (2001) en su artículo “Promoción de la normatividad para el diseño y construcción de edificaciones seguras” Menciona que, la corteza del bambú tiene un alto contenido de silicio, lo cual le confiere interesantes propiedades de resistencia al fuego. Así también un estudio realizado por el Institut für leichte Flächentragwerke de la Universidad de Stuttgart – Alemania en el cual se certificó que el bambú es un material combustible retardante de la llama. Así mismo en España cumple con las normas del nuevo CTE (Código Técnico de la Edificación) certificados de reacción al fuego según la norma UNE EN 13501 lo clasifican con categoría Cfl-S1 y por lo tanto como material apto incluso para edificios públicos.

Esquivel (2016) en su artículo “Construcción con Bambú, Ventajas y Diseños”, redacta que el bambú en la construcción de viviendas como estructura y cubiertas puede servir muy bien para resolver problemas sociales por escasez de vivienda, pero no solo es recomendable en tanto al aspecto económico, sino también permite que la edificación se realice con rapidez, además este material es reforestable ya que es de rápido cultivo y se reproduce fácilmente, es por eso que la construcción con bambú es ideal para elaborar viviendas de manera rápida, económica y competente.

González (2019) en su artículo “El Bambú en las Estructuras” sostiene que el bambú al ser de un material natural de origen biológico, tiende a tener problemas de durabilidad, pero pueden tratarse con productos de preservación así mismo se debe considerar una apropiada protección a la estructura por el diseño, estas deben pasar por evitar el contacto directo al sol y a humedad constante. Es un material abundante, práctico, funcional, accesible, económico y por lo que es normal que sea observado usado en casas humildes y construcciones temporales, por eso miran con recelo a las construcciones con Bambú, pero en la actualidad se puede observar ejemplos e iniciativas que permiten verlo en estructuras más complejas. De esta manera van ocupando su lugar en la actual tecnología de construcción.

Morocho, F y Gutiérrez G (2018) en su artículo “Bambú para la ciencia, innovación y tecnología” menciona que el bambú es un recurso ecológico, económico y sostenible. Y a pesar de sus características ecológicas, amigable con el medio ambiente, económicamente rentable, aún es muy poco conocida y eso que se le considera un material para la clase baja. Perú se puede encontrar comúnmente para construcción de viviendas, mayormente son utilizadas para construcción en casas de playa, hoteles, centros turísticos, restaurantes, etc. La cual tiene su norma establecida por el RNE E.100.

Torres, E (2017) en su estudio “Bambú, una cultura y una evolución, cuadro conceptos-tres arquitecturas” indica que el bambú posee una alta trabajabilidad, de fácil manipulación, gran flexibilidad rápida ejecución y mano de obra económica. Esto lo convierte en un material ideal para edificaciones en zonas sísmicas ya que es conocido como el acero vegetal.

Ordoñez, V, Mejia, T y Bárcenas, G (2002) en su libro “Manual para la construcción sustentable con Bambú” considera al bambú la planta de mil usos, ya que de ella se puede conseguir gran cantidad de productos. El cual ha probado ser útil para la construcción en edificaciones por sus propiedades y características, flexibilidad, resistencia, por propiedades químicas, crecimiento rápido y constante, abundancia, etc.

Montoya V (2015) en su investigación “Uso del bambú como material de construcción en estructuras no convencionales en la ciudad de Huancayo” indica que el bambú como material de construcción muestra sus propiedades físicas y mecánicas y es versátil en la construcción de estructuras.

Castillo A (2015) en su artículo “EL bambú como material de construcción” menciona que la construcción con bambú es común en áreas donde este crece en cantidad, ya que es un factor importante en la economía al ser un material económico, pero se tiene una monotonía en el diseño de viviendas con un nivel mediocre de edificación. Sin embargo, en otros sitios como India, Japón, son empleados de manera artística y arquitectónica. Ya que, gracias a sus características como flexibilidad, bajo costo, mano de obra tradicional y económica, buena resistencia sísmica, se debería poner en práctica este material a niveles más altos en todo el mundo.

Valera, I y Chaviano, D (2013) en su artículo “El bambú: recurso renovable y sostenible para el diseño y construcción” redacta que el bambú es un recurso sostenible y renovable ya que se auto multiplica, alta velocidad de crecimiento. El bambú en el uso de la construcción presenta las siguientes características que hacen de él un material conveniente y económico para su uso en la edificación; característica física de alta resistencia gracias a su interior hueco y anillado, propiedades mecánicas, peso liviano, etc.

Lara J (2013) en su investigación “Bambú como material de construcción” indica que el bambú es 4 veces más resistente a la compresión que cualquier hormigón, y su resistencia a la tracción supera a la madera y su flexión es mejor que al metal. Es resistente y ligero de fácil manipulación, transporte, construcción rápida y efectiva el cual es sismo resistente.

Antonio, A y Villafranca, R(2008) en su investigación “pruebas mecánicas realizadas al bambú guadua” indican que el bambú es un material que se comporta de manera adecuada a los esfuerzos de tracción, corte y compresión, es más resistente que el hormigón, sismo resistente, dispuesto a soportar todo tipo de esfuerzo.

Hidalgo O (2011) en su libro “Manual de construcción con bambú guadua” nos da a conocer las aplicaciones del bambú en la cual indica que a partir de 3 años se puede utilizar el bambú como material de estructuras. Acá nos da a conocer las formas y tipos de unión y amarre para la construcción con bambú.

Villa, Y (2018) en su investigación “Estudio del estado actual de uso del bambú como material sostenible en la construcción” indica que el bambú es una alternativa para la contaminación y cambio climático por la construcción con materiales convencionales, por su crecimiento rápido, bajo costo, propiedades físicas y mecánicas excelentes, en América Latina su uso en la construcción se ha implementado en los últimos años, en viviendas, restaurantes, puentes peatonales, entre otros. Pero hasta la fecha se considera material para los pobres y no hay suficientes investigaciones realizadas para su uso como material estructural.

Sosa, M (2017) en su artículo “El bambú en la construcción nueva técnica” menciona que en comparación con la madera el bambú como elemento

estructural presenta grandes ventajas y desventajas, las cuales se tiene en ventajas el bajo costo y rentabilidad, excelentes características físicas, la cual permite su uso en todo tipo de estructuras, su forma le hace un material liviana y fácil de transportar, color atractivo, materia estéticamente hermosa. Desventajas, no se puede tener contacto directo con el agua, al envejecer pierde la resistencia, no puede ser clavado, no se puede hacer uniones con madera.

Borgues, A (2017) en su tesis de investigación “Uso del bambú como material de construcción para contribuir al mejoramiento del hábitat” indica que el bambú tiene un uso potencial como material para construcción ya que es un recurso renovable, gracias a sus bondades naturales, mecánicas, físicas y fácil manejo forestal, bajo costo, rapidez de crecimiento y construcción rápida.

Echezuria, H (2018) en su artículo “El bambú como recurso sustentable para construcción de viviendas de bajo costo” menciona que el uso del bambú como material estructural en la construcción, reduciría el déficit de vivienda, gracias a su bajo costo además que poseer grandes propiedades físicas y mecánicas, resistencia, flexibilidad que harían un gran cambio en la edificación de viviendas precarias en la sociedad.

Jaramillo A, Lisboa S, Goularte T y Liberloto L (2019) en su artículo “Uso sostenible del bambú divulgado a través de actividades de extensión universitaria” El bambú es un recurso natural renovable de rápido crecimiento, poseen características que permiten su aplicación en la construcción, por lo problemas generados por la construcción con materiales comunes. En la construcción sostenible con bambú, se debe considerar las necesidades de los usuarios para elaborar el proyecto arquitectónico, así como los costos y las características del material (incluyendo su origen). Para el diseño se debe tener en cuenta que bambú será utilizado y sus propiedades físico mecánicas, el cual será determinante para decidir la cantidad del material y los detalles constructivos de las conexiones. Es necesario destacar que los bambúes deben ser utilizados cuando presentan un contenido de humedad de 12%.

Torres B, Zegarra M y Braganca L (2019) en su artículo “El bambú como material alternativo de construcción sostenible” indica que el bambú responde bien a tensiones paralelas, pero a tensiones perpendiculares es débil, el rendimiento

mecánico del bambú depende de la edad, si es joven tienen mayor resistencia, el bambú tiene mejor resistencia a la compresión que otros materiales, como ladrillo, madera, hormigón, y su resistencia a la tracción es comparable con el acero.

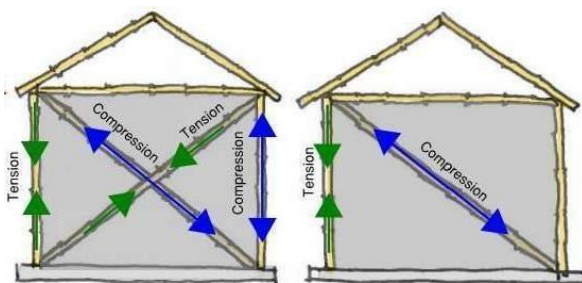


IMAGEN 1 .Esfuerzo de tensión

Fuente: Autoría Propia

Vinay J (2009) en su artículo “El bambú como material de construcción: sus usos y ventajas en las obras de construcción” menciona que el bambú como material de construcción tiene alta resistencia al esfuerzo de compresión y su bajo peso es uno de los materiales de construcción más utilizados como soporte para concreto (pies derechos). El bambú es una planta de rápido crecimiento a diferencia de otras plantas es un recurso renovable y versátil es utilizado para la construcción de viviendas en todo el mundo por el déficit habitacional. Se logra la construcción con bambú mediante la técnica de marco estructural.

Metin, Y y Xingun F (2015) en su artículo “Application of Bamboo Material in Modern Architecture” en la arquitectura el bambú se utiliza principalmente como estructura, ya que desempeña un excelente trabajo de carga, costa de una gran adaptabilidad, resistencia y se puede combinar de diferentes formas y tamaños a la estructura para obtener un buen rendimiento estructural. Los requisitos técnicos con respecto al bambú son bajos y pueden integrarse fácilmente a estructuras. Actualmente en la arquitectura moderna el bambú se utiliza entre elementos estructurales, por su rigidez, gran soporte a tensión, resistencia, estabilidad.

Sharma P, Dhanwantru k y Mehta S (2014) en su artículo “Bamboo as a Building Material” menciona que desde tiempos inmemorables el bambú ha sido utilizado y es la columna vertebral de gran parte de la vida rural y seguirá siendo a medida

que la población aumenta. Cuyas propiedades como material de construcción hacen posible su uso en el campo de construcción ampliamente, además promueve su desarrollo económico y ahorra recursos forestales como madera, es económico para la construcción y tiene una tasa de productividad buena.

Dhenesh R Y Bindu Agarwal (2014) en su artículo “Bamboo as a Building Material” indica que el bambú es un material importante para disminuir la reducción de los bosques y recursos maderables ya que este es de rápido crecimiento, el cual ha despertado el interés en procesamiento, preservación, utilización y promoción de bambú como alternativa a la madera. Su alta utilización no solo promueve el desarrollo económico, también mejora la calidad de vida de la sociedad.

Manandhar R y Hee Kim J (2018) en su artículo “Environmental, Social and Economic Sustainability of Bamboo and Bamboo-Based Construction Materials in Buildings” indica que el bambú se ha utilizado como material de construcción gracias a su fácil disponibilidad, trabajo y resistencia. Él es más resistente en el esfuerzo de tracción, un estudio demostró que la resistencia a la tracción del bambú es de 28,000N/M² aproximadamente, similar al acero, pero depende de su edad mayormente, en la construcción se puede usar de diferentes formas y su sistema de construcción es tradicional.

Silva H, Comoglio S, Teran A y Mendez J (2016) en su artículo “Estructuras de Bambú en la Arquitectura Moderna” mencionan que el Bambú se constituye como el recurso natural renovable a diferencia de otros árboles o especies madereras; así también en sus propiedades y eficiencia estructural, en relación al peso y resistencia, superando a toda madera, y esta solo se puede comparar con el acero o nuevas fibras tecnológicas.

Torres J (2019) en su artículo “Estructuras de Bambú: Beneficios y 5 claves para su correcto uso” indica que la dureza del bambú proviene del proceso natural llamado lignificación el cual consiste en el endurecimiento de la sustancia lignina, que se solidifica uniéndose a sus fibras; y se tiene que definir su uso, tamaño y detalles.

Sergio P (2020) en su artículo “Bambú en la arquitectura sustentable. ¿Por qué su uso?” menciona que la arquitectura con bambúes capaz de combinar

interiorismo y estructura en un mismo ámbito y tiene dos ventajas ante la madera las cuales son su rápido crecimiento y facilidad de propagación en cuanto a sus características estructurales tiene una buena resistencia y elasticidad.

Arellano M (2020) en su artículo “Lucila Aguilar: Viaje para encontrar nuevas formas de diseñar y descubrir que el bambú es el material más sustentable” comenta que el bambú es un material que ha demostrado su superioridad frente a materiales como el plástico y el acero gracias a sus propiedades, sin olvidar el factor estético que lo caracteriza.

Maiztegui B (2020) en su artículo “El bambú en Ecuador: Proyectos contemporáneos construidos en caña” menciona que el bambú guadua angustifolia es considerada la más importante gracias a su abundancia y propiedades físicas y mecánicas que la hacen ideal para la construcción y su uso en estructuras.

Torres J (2019) en su artículo “Normativas para el uso del Bambú” menciona que el bambú por ser un material natural se piensa que su uso es libre para edificaciones, pero no es así, si no que se tiene que normatizar, para ello existe una norma internacional que se debe cumplir para el uso en la construcción en cuanto al diseño y el cálculo estructural, se trata de la ISO 22157, de igual manera en el Perú se tiene que cumplir con la norma E-100 del reglamento nacional de edificaciones.

Hernandez D (2020) en su artículo “Casa Ananda/Ibuku” da a conocer una edificación construida con bambú, cuyo techo tiene forma de una hoja dando a conocer la propiedades flexibles y resistentes del bambú para su uso estructural en construcción, en el cual se puede observar el drama y la belleza de la edificación otorgada por el bambú.

Maiztegui B (2020) en su artículo “Domus: Programas de construcción en bambú para poblaciones vulnerables de Perú” nos da a conocer la iniciativa de la facultad de arquitectura de la Universidad Privada del Norte que busca técnicas constructivas sustentables para las poblaciones vulnerables del país, en el cual utilizaron el bambú; ya que fue seleccionado por su bajo costo y su impacto

ambiental positivo, así como su capacidad para generar estructuras sismorresistentes.

Gonzales F (2019) en su artículo "Hideout/Studio WNA" nos da a conocer una vivienda construida con una estructura de bambú en la cual el bambú utilizado fue cosechado en las montañas locales, las cuales tienen gran densidad, durabilidad y son más resistentes, en la cual su tratamiento es la clave de su éxito ya que fue tratada con una combinación de humo natural y productos no tóxicos.

Nurdiah A (2016) en su artículo "The Potencial of Bamboo as Building Material in Organic Shaped Buildings" indica que el bambú es conocido como un material sostenible, ya que se puede cultivar y cosechar fácilmente en un tiempo corto, en cuanto a construcción es fácil de doblar y agilizar, la cual hace muy adecuada para la construcción de edificaciones con forma orgánica.

Rodríguez J (2006) en su artículo "El Bambú como Material de Construcción" menciona que la humanidad utiliza a diario el bambú debido a es una alternativa ante los materiales más costosos y tal vez en un futuro su utilización sea masiva, en la cuales las viviendas de bambú aíslan del frío, del calor y el ruido gracias a las cámaras de aire que forman los troncos de bambú, aparte de su resistencia, flexibilidad y peso liviano.

Coker N (2019) en su libro "The Study of Bamboo in Architecture" indica que el bambú se puede usar en el diseño arquitectónico, ya que tiene excelentes características, como elasticidad, flexibilidad, resistencia, sismo resistente ni que hablar de sus propiedades físico mecánicas, en la cual se observa que es más resistente que el concreto y acero, algunas de las especies de bambú más utilizadas para la construcción son la guadua.

Hunnarshala (2014) en su libro "Bamboo Construction Source Book" menciona, que el bambú tiene un rápido crecimiento el cual ayudará a la disminución de la deforestación si se promueve la construcción a través de esta, se convierte en un material excelente por naturaleza gracias a sus propiedades físicas y mecánicas, bajo costo, fácil accesibilidad, sismo resistente, durabilidad, pero se tiene que tener un diseño adecuado en el cual no permite el contacto directo con el agua.

Bambù –Collettivo Cerrentini (2010) en su libro “Bamboo Architettura Tecnologia Design” menciona que el bambú posee muchas características que lo convierten en un material excelente para la utilización como material en construcción, estas son sus propiedades físicas y mecánicas, resistencia, flexibilidad, accesibilidad, bajo costo, se tiene en cuenta su versatilidad y gran resistencia sísmica, es manualmente moldeable.

Tessarín, A (2018) en su artículo “Bambú Desing & Architettura” indica que el bambú es una alternativa a los materiales de construcción tradicionales que poseemos, la cual se evalúa en función a las necesidades de diseño, el uso del bambú tiene orígenes antiguos, al ser un material de origen natural, pero actualmente se le conoce como un producto pobre, es decir un material para gente de escasos recursos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

Tipos de investigación.

Esta investigación es tipo básica no experimental, ya que no adultera ni manipula la variable, basándose en la observación y análisis de los estudios antes realizados al tema para dar a conocer sus características y el comportamiento estructural del bambú en las construcciones.

Diseño de investigación.

El diseño de esta investigación es de tipo descriptivo simple porque se recopila información relacionada a las Características Físico Mecánicas del Bambú como Material Estructural Alternativo para la Construcción en la Región San Martín (Valle del Alto Mayo).

El esquema es el siguiente:

M O

Siendo:

M: Muestra de bambú Guadua

O: Observación de las características de la Variable.

3.2 Variable y operacionalización.

Variable: Características físico mecánicas Bambú como material estructural alternativo para la construcción.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPRtual	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Características físico mecánicas del bambú como material estructural alternativo para la construcción	El bambú es excelente y versátil para la construcción, es liviano y sismo-resistente, atractivo, natural, económico, abundante, renovable de rápida regeneración y eco-amigable, además su uso requiere de herramientas manuales, económicas y de fácil uso. (Moran 2015)	Se medirá la variable a través de instrumentos de registros bibliográficos y datos de estudios antes realizados.	Propiedades físicas	Dimensiones del bambú	Razón
			Propiedades Mecánicas	Densidad y humedad	
				Resistencia a la compresión	
				Resistencia a la flexión	
				Resistencia a la tracción	
				Resistencia al corte	
			Propiedades Químicas	Conductividad termina	
			Comparación física	Con maderas	
			Comparación Mecánica	Con Acero y concreto	
			Comparación de costos	Con relación a materiales convencionales	
			Resistencia vida útil	Durabilidad	
			Normatividad	RNE – E.100	
Comparación física mecánica	Proyectos ejecutados				

TABLA N°1 (Cuadro de operacionalización)

3.3 Población y Muestra.

La población.

La población es infinita y lo conforman las cañas de bambú del tipo guadua proveniente del Valle del Alto Mayo.

Muestra.

Se tiene como muestra cañas de bambú guadua angustifolia.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Técnica.

Para la consulta de fuentes de textos se utilizó la bibliografía, para la recopilación de datos, la técnica de estudio fue análisis documental.

Instrumento.

Para la recolección de datos se utilizó una ficha de registro de datos para la variable de estudio. De tal manera que para la variable el bambú como material estructural alternativo para la construcción la ficha de registro de datos estuvo estructurada en nueve dimensiones: propiedades físicas, propiedades mecánicas, propiedades químicas, comparación física, comparación mecánica, comparación de costos, resistencia y vida útil, normatividad y comparación físico mecánica con proyectos ejecutados, con un total de diecisiete ítems e indicadores.

Validez de instrumentos

Los instrumentos, que consiste en una ficha de registro de datos, fueron sometidos al juicio de tres expertos: Arq. Tulio Anibal Vasquez Canales, Arq. Patssy Jhoana Arevalo Arellano, Arq. Jaqueline Bartra Gomez; quienes tuvieron la tarea de verificar la coherencia y pertinencia de los indicadores con las variables de estudio. El promedio de valoración en puntajes de 46%, 50 % y %, lo que indica, que tienen alta validez reuniendo las condiciones metodológicas para ser aplicado.

3.5 Procedimiento

Se identificó el problema de investigación, en segundo lugar, se recurrió a fuentes primarias y secundarias donde se acopio trabajo y teorías relacionadas a las variables de estudio. Luego se armó el proyecto de investigación, siguiendo el esquema propuesto por la universidad, el tipo

de investigación fue no experimental, y el diseño descriptivo simple, el método utilizado fue cuantitativo. Para el desarrollo del proyecto de investigación, se elaboraron los instrumentos de recolección de datos, mediante documentación de fuentes bibliográficas, como libros, tesis, artículos de investigación de trabajos antes realizados, así mismo obtuvimos la validación de los instrumentos por los profesionales ya mencionados.

3.6 Método de análisis de datos

Después de recabar los datos, se procedió a la sistematización de la información, haciendo un cuadro Excel, cuyos resultados fueron presentados en cuadros de datos.

3.7 Aspectos éticos

Para el diseño y desarrollo del presente trabajo de investigación se recurrió a diferentes fuentes de información, se consultó diversas bibliografías que sirvieron para enriquecer el contenido de este informe. De tal manera para la ejecución de esta investigación se contó con la autorización respectiva, además, los resultados del estudio serán usados con fines de investigación y difundidos en la red.

IV. RESULTADOS

I. Propiedades físicas del bambú.

Dimensiones del Bambú *Guadua Angustifolia* Kunth.

Largo	15 a 30 M
Diámetro	8 a 45 cm
Espesor	2 a 2,5 cm
Distancia entre nudos	7 a 50 cm

TABLA N°2 Propiedades físicas

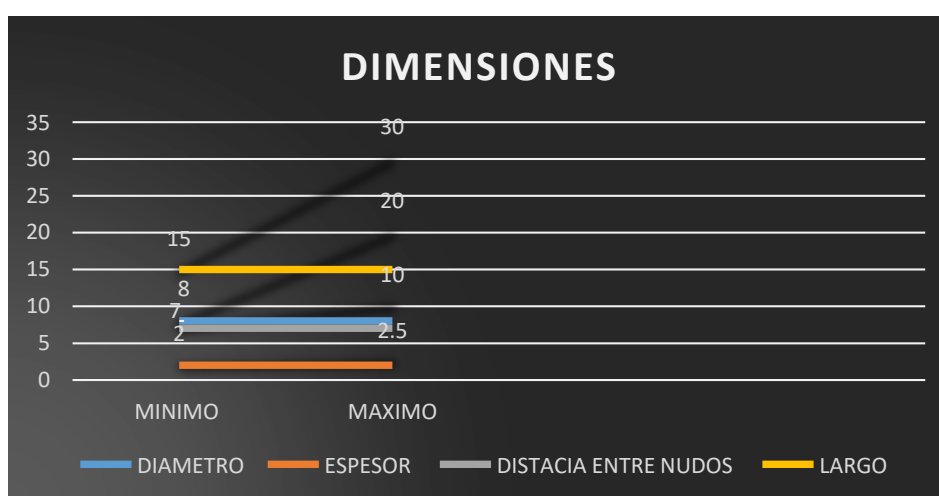


GRÁFICO N°1. Cuadro de dimensiones Físicas

Fuente: Autoría Propia

Interpretación:

- En este cuadro se da a conocer las propiedades y características físicas del Bambú en cuanto a sus dimensiones, con un largo de entre 15 a 30 Metros en promedio, diámetro de 8 a 45 cm, espesor de 2 a 2,5 cm y una distancia entre nudos de 7 a 50 cm.

II. Propiedades físico mecánicas

Propiedades físico mecánicas del Bambú según estudios realizados al Bambú *Guadua angustifolia* en el Valle del Alto Mayo.

- En este cuadro se da a conocer sobre las propiedades físico mecánicas del bambú *guadua* en el Valle del Alto Mayo.

Fuente	Ejemplos	Densidad kg/m ³	% Humedad	Resistencia a la Compresión Promedio por kg/cm ²	Resistencia a la Flexión Promedio por kg/cm ²	Resistencia al esfuerzo de Tracción por kg/cm ²	Resistencia al esfuerzo de Corte por kg/cm ²
Ing. Isabel Moromi Nakata "Universidad nacional Ingeniería"	1	723.2	15.5	34.5	6	18	7.6
	2	655.8	14.4	32.1	9	19	8.5
Carpio, Pablo A. Vasquez, Juan A. "Universidad privada Antenor Orrego"	3	440.01	14.21	41.6	5.4	8	8
	4	664.70	16.45	59.8	5.7	18.5	11

TABLA N°3 Propiedades físico mecánicas de muestras.

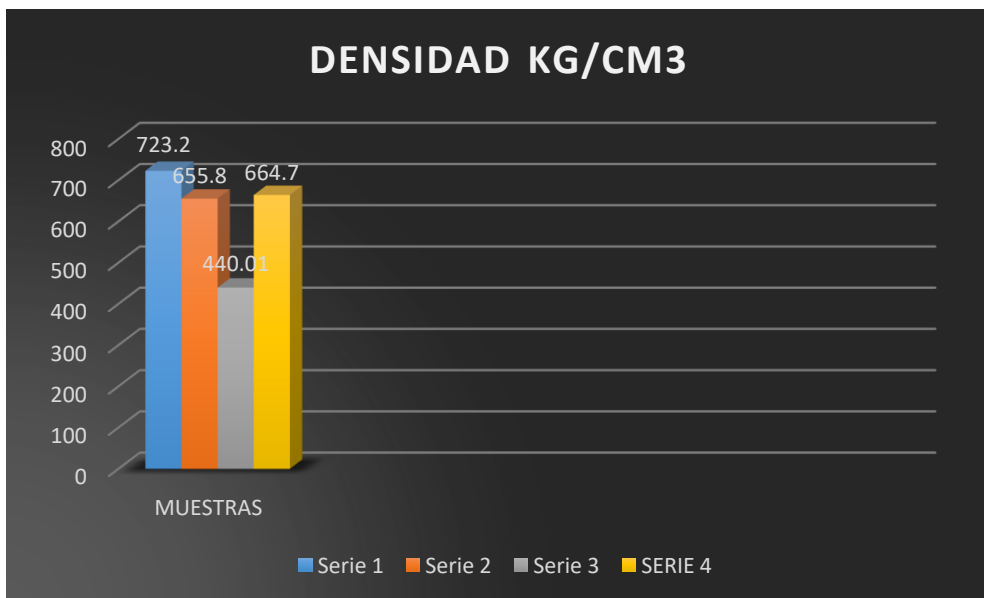


GRÁFICO N°2. Densidad por muestra.

Fuente: Autoría Propia

- Se puede observar que la muestra N°1 del estudio realizado presenta una mayor densidad.

- La muestra número 4 del estudio realizado presenta un mayor % de humedad con respecto a las demás muestras.

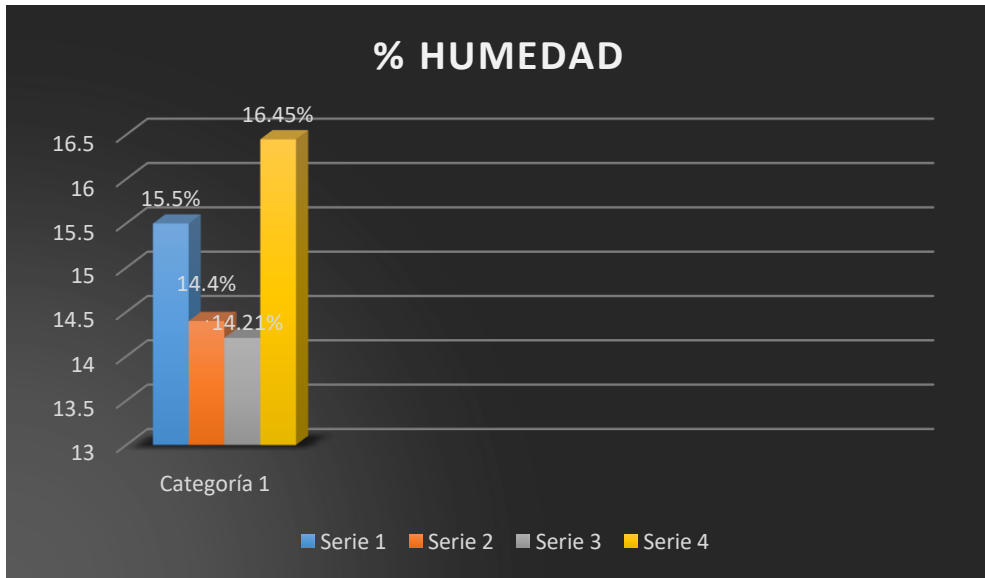


GRÁFICO N°3. % de humedad de las muestras.

Fuente: Autoría Propia

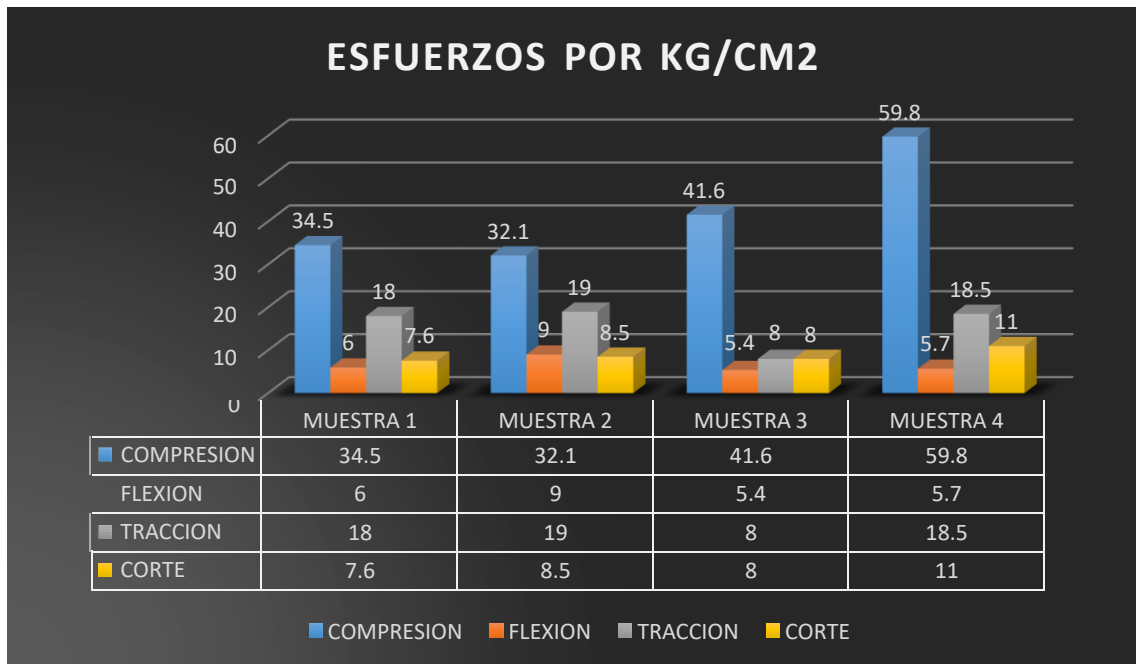


GRÁFICO N°4. Esfuerzos por kg/cm2.

Fuente: Autoría Propia

Interpretación:

- La diferencia que existe entre las muestras 1 y 2 en cuanto a los diferentes esfuerzos son relativamente bajos.
- La diferencia entre la muestra 3 y 4 es más notable en cuanto a su comportamiento frente a los diferentes esfuerzos.
- Se determina que 3 de las 4 muestras tomadas del Bambú guadua en el Valle del alto Mayo cumplen con los esfuerzos admisibles del RNE para ser ejecutados como material estructural y construcción. A excepción de la muestra 3 cuyo esfuerzo a la tracción no cumplió con el mínimo requerido.

III. Propiedades químicas.

Grado de conductividad térmica del Bambú Guadua:

KCAL/MH°C: Es la cantidad de calor que pasa por la unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de extensión infinita y caras plano paralelas y espesor de unidad.

Coeficiente de conductividad térmica					
KCAL/MH°C	BAMBÚ	MADERA	CONCRETO	VIDRIO	LADRILLO
	0,04	0,027	0,04	0,084	0,050

TABLA N°4 Coeficiente de conductividad térmica.

KCAL= Vatios **M=** Metros **H=**Hora..... **°C=** Centígrados

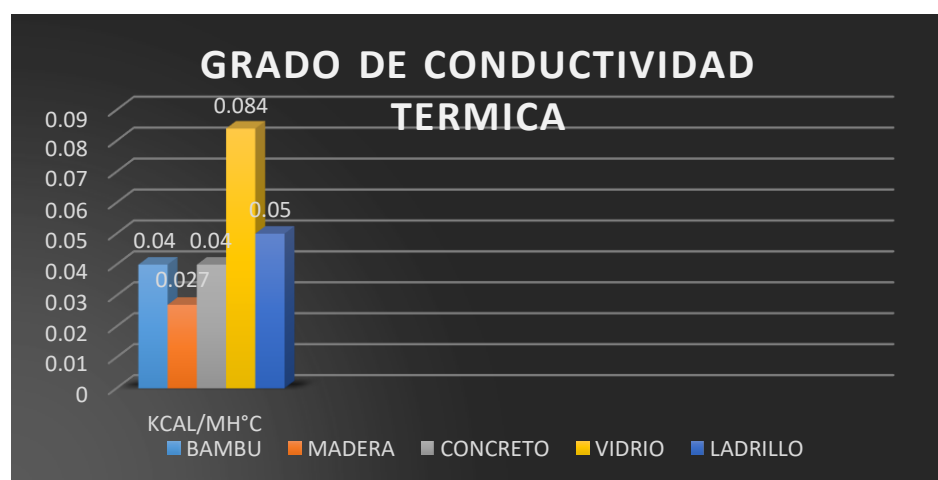


GRÁFICO N°5. Grado de conductividad térmica.

Fuente: Autoría Propia

Interpretación:

- Su conductividad térmica es de 0,04 kcal/mh°C, al igual que el concreto y mayor conductor que la madera.

IV. Comparación física y mecánica.

Comparación física mecánica del Bambú *Guadua angustifolia* con respecto a árboles maderables.

Fuente		Ing. Isabel Moromi Nakata "Universidad nacional de Ingeniería" EJEMPLO 4	Instituto Politécnico Santiago Mariño Mérida "Método de empleo del bambú como material de vivienda de interés social en el municipio campo Elías sector santa Eduvigis"			
	Índice del material (KG/cm ²)	Bambú	Cedro	Pino Rojo	Caoba	Roble
	Elasticidad	129624	90000	94000	89000	115000
	Compresión	59.86	41.5	40.6	45.0	58.0
	Tracción	18.50	33.3	10.20	9.50	10.70
	Flexión	574.79	7.53	10.57	8.30	10.70

TABLA N°5. Comparación física y mecánica por kg/cm².

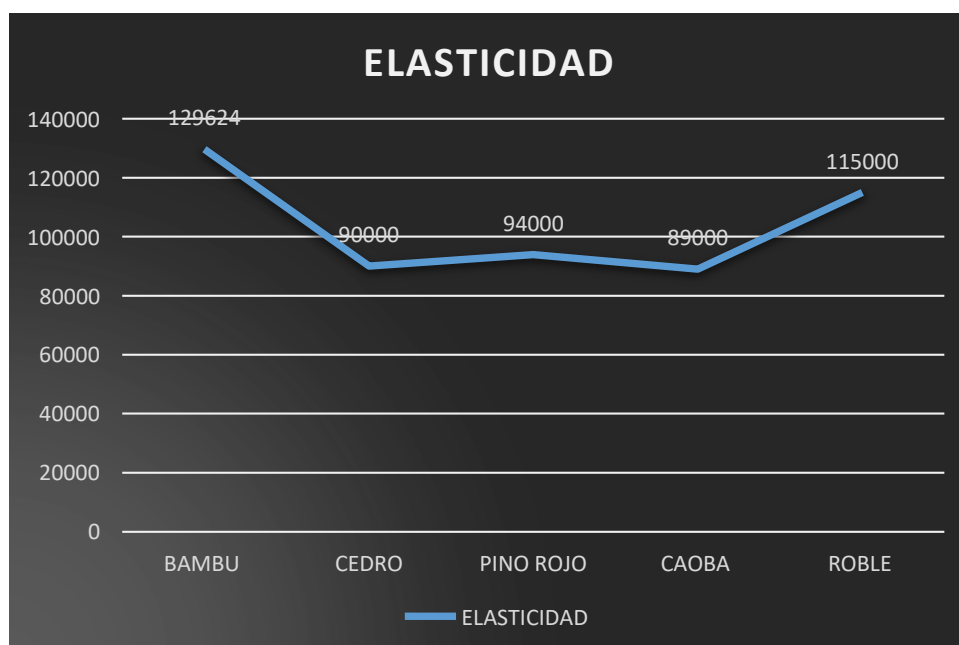


GRÁFICO N°6. Gráfico de Elasticidad.

Fuente: Autoría Propia

Interpretación:

- Se determinó que el bambú a comparación de árboles maderables tiene un mejor comportamiento en cuanto a elasticidad, es por ello que se puede observar estructuras y construcciones en bambú con diseños más orgánicos y complejos a diferencia de construcciones con madera.

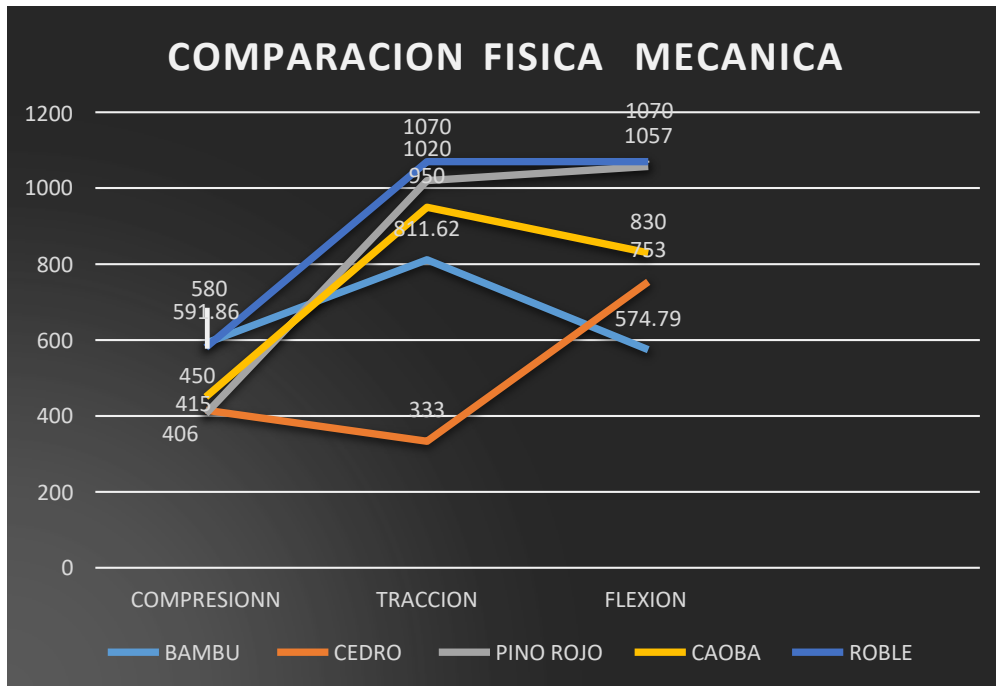


GRÁFICO N°7. Comparación físico mecánica con maderas.

Fuente: Autoría Propia

Interpretación:

- En el gráfico podemos observar que las propiedades físico mecánicas y resistencias de los esfuerzos sobre el Bambú está en un rango intermedio respecto a otros árboles maderables que son usados en la construcción.

V. Comparación de costos.

Comparación de costos del bambú *Guadua angustifolia* con respecto a los materiales convencionales de construcción.

Material	Costo unitario S/.	Costo x M2
Bambú ml	S/. 11.50	10.15
Ladrillo m2	S/. 1.2	233.86
Concreto Simple M2	S/. 24.5	24.5
Acero galvanizado circular 3" ml	S/. 48.50	181.60
Caña m2	S/. 1.00	146.43
Adobe m2	S/. 1.00	146.43

TABLA N°6. Comparación de costos con respecto a otros materiales en construcción.

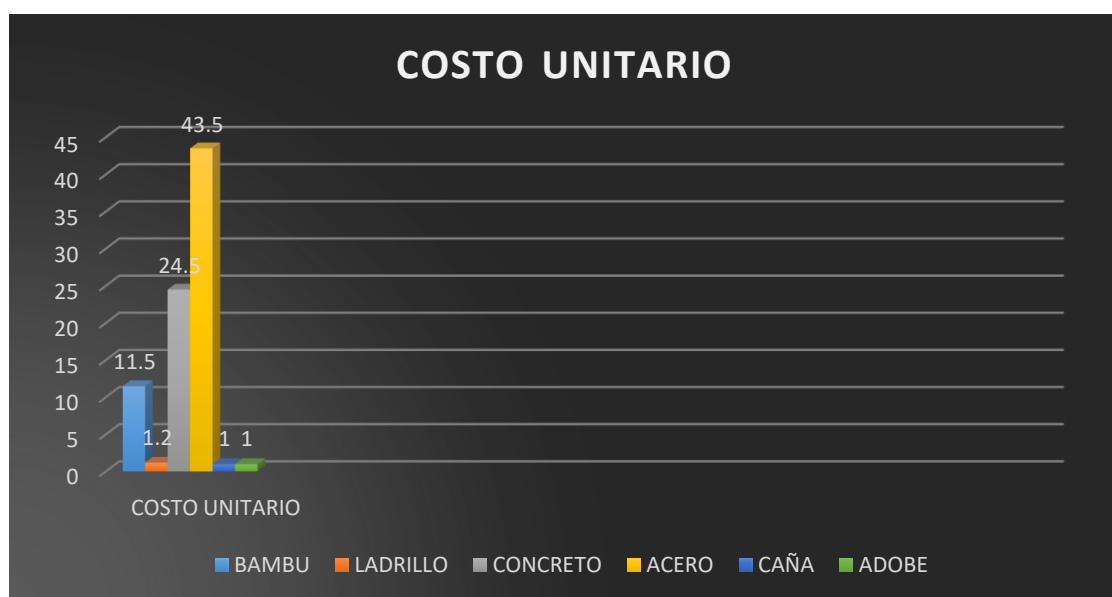


GRÁFICO N°8. Comparación costo unitario de materiales.

Fuente: Autoría Propia

Interpretación:

- En el gráfico se puede observar que el material con costo más elevado es el Acero en comparación a otros materiales, sin embargo, el Bambú con un costo de S/. 11.50 es el más rentable con respecto a costo, resistencia, utilidad, versatilidad, etc.

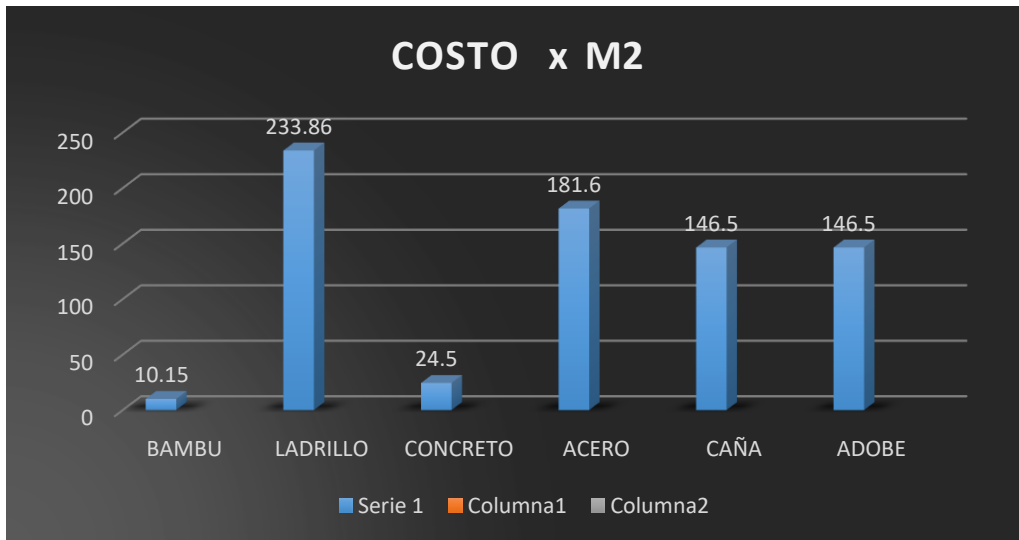


GRÁFICO N°9. Comparación costo x M2 de materiales.

Fuente: Autoría Propia

Interpretación:

- En el gráfico se puede apreciar el costo por M2 de cada material, siendo el bambú el material más rentable en el término económico para la construcción o edificación de una vivienda con un costo de S/. 10.15 nuevos soles x M2.

VI. Resistencia, vida útil.

Resistencia del bambú *Guadua angustifolia* en comparación a materias convencionales de construcción.

- En esta tabla se quiere dar a conocer la resistencia y vida útil del bambú con respecto a otros materiales de construcción convencionales.

Material	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	Masa por volumen (kg/m ²)	Relación de resistencia (R/M)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)	Relación de rigidez (E/M)
Bambú	102	600	0,170	203.00	340
Concreto	82	2,400	0,032	127,400	53
Acero	163	7,800	0,209	214,00	274
Madera	76	600	0,127	112,00	187

TABLA N°7. Resistencia y vida útil con respecto a otros materiales en construcción.

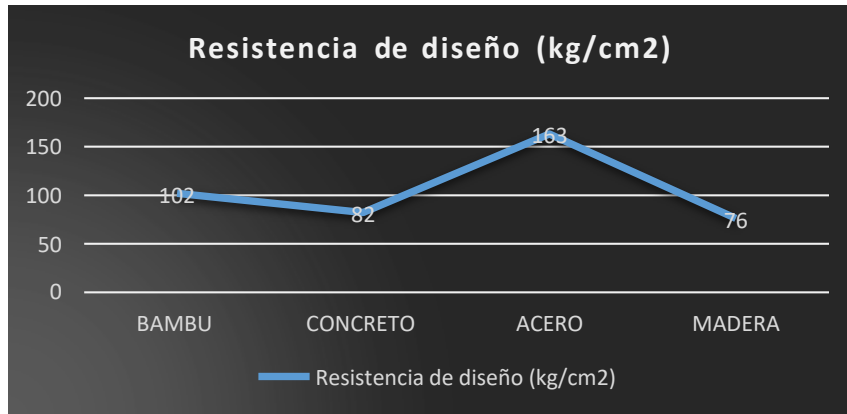


GRÁFICO N°10. Resistencia de

diseño. **Fuente: Autoría Propia**

Interpretación:

- En el gráfico podemos ver que el bambú es el segundo material mas resistente en cuanto kg/cm² despues del acero, siendo superior al concreto y la madera.

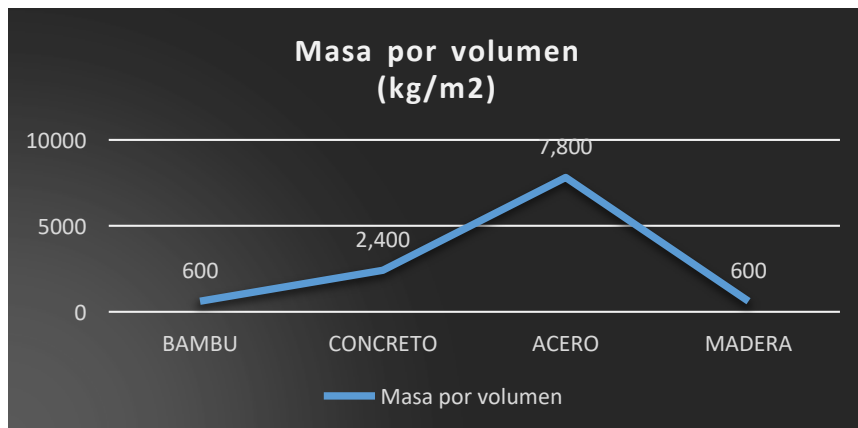


GRÁFICO N°11. Masa por volumen.

Fuente: Autoría Propia

Interpretación:

- Se obtuvo que el bambú y la madera son iguales en cuanto a masa y volumen, siendo superior a ellos el concreto y el acero.

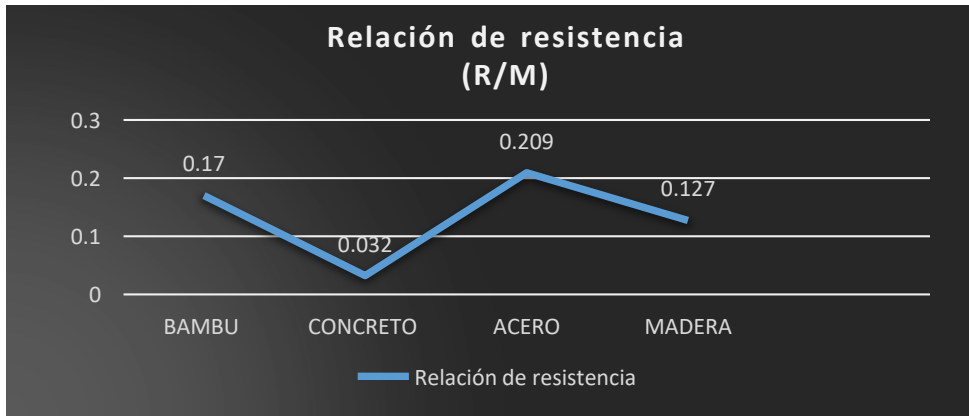


GRÁFICO N°12. Relación de resistencia. *Fuente: Autoría Propia*

Interpretación:

- En cuanto a relación de resistencia el bambú está en segundo lugar con 0,170 R/M, mientras que el acero es mayor.

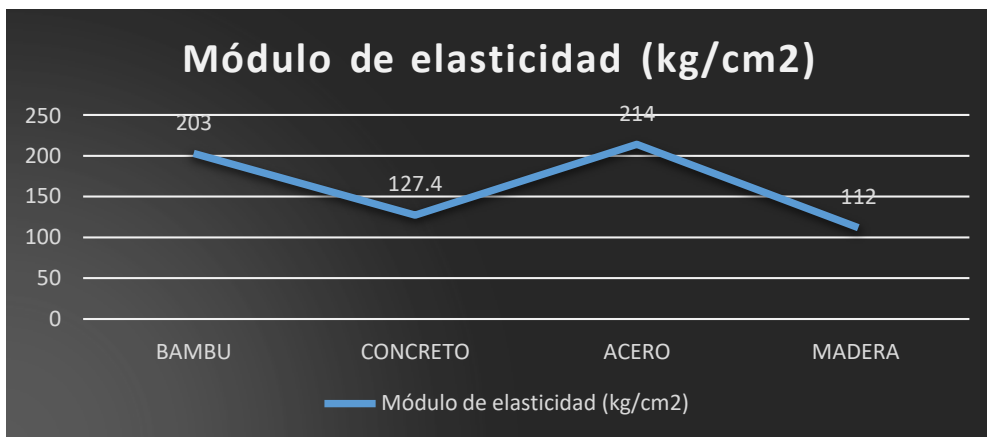


GRÁFICO N°13. Módulo de elasticidad. *Fuente: Autoría Propia*

Interpretación:

- El bambú tiene un módulo de elasticidad casi parecido al acero, pero el acero es superior.

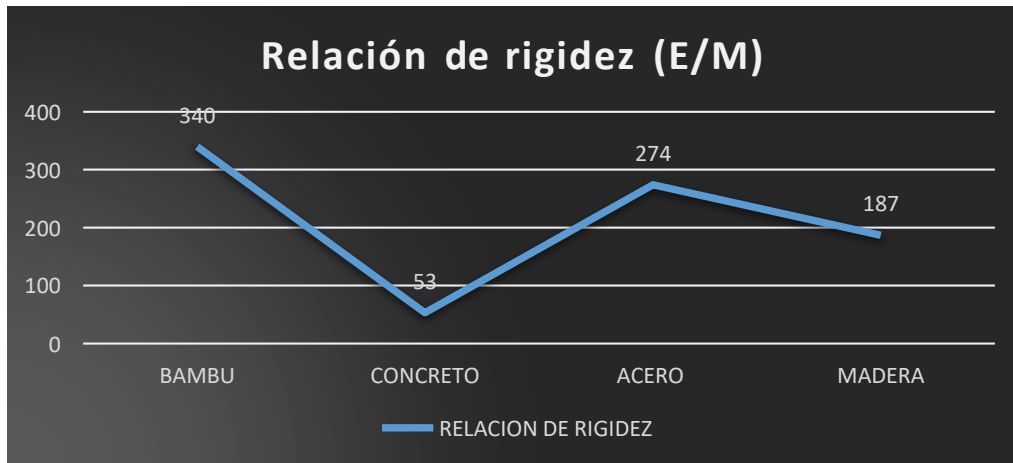


GRÁFICO N°14. Relación de rigidez.

Fuente: Autoría Propia

Interpretación:

- En el gráfico se puede observar que el bambú es más rígido con respecto a los otros materiales.

Durabilidad del bambú *Guadua angustifolia* en comparación a materias convencionales de construcción.

Material	Vida útil
Bambú	30 años
Concreto	100 años
Acero	60 años
Madera	70 años

TABLA N°8. Resistencia y vida útil con respecto a otros materiales en construcción.

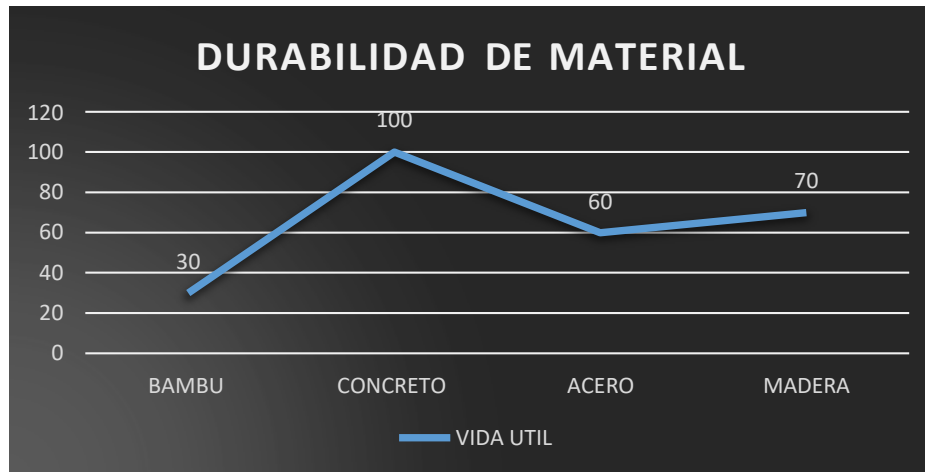


GRÁFICO N°15. Durabilidad de material.

Fuente: Autoría Propia

Interpretación:

- En el gráfico está demostrado que el bambú es el material que menos duración tiene con respecto a otros materiales convencionales.
- Esto se debe a que es un material orgánico, natural, y que por su composición se tiene a podrir fácilmente.

VII. Normatividad existente

Indicadores que cumplan con RNE Norma E: 100

Comparación:

Esfuerzos admisibles en el Reglamento Nacional de Edificaciones			
Flexión	Tracción	Compresión	Corte
5 Mpa (50 Kg/cm ²)	16 Mpa (160 Kg/cm ²)	13 Mpa (130 Kg/cm ²)	1 Mpa (10 Kg/cm ²)
Esfuerzos del Bambú Guadua ejemplo 4			
Flexión	Tracción	Compresión	Corte
5.7Mpa (57Kg/cm ²)	18.5 Mpa (185 Kg/cm ²)	59.1 Mpa (591.86Kg/cm ²)	11 Mpa (110 Kg/cm ²)

El megapascal (MPa)

TABLA N°9. NORMATIVIDAD. Esfuerzo admisible vs Esfuerzo obtenido.

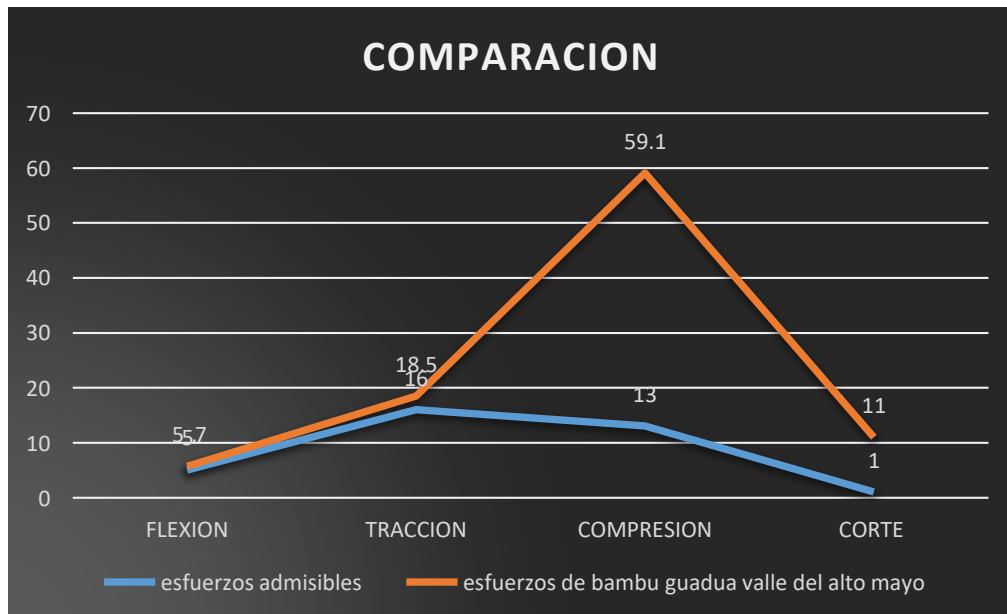


GRÁFICO N°16. Comparación de esfuerzo admisible y esfuerzo obtenido.

Fuente: Autoría Propia

Interpretación:

- En el cuadro se puede apreciar los esfuerzos admisibles del bambú para su uso en la construcción según el Reglamento Nacional de Edificaciones.
- En comparación con los resultados obtenidos por la investigación del ejemplo 4 en Moyobamba con el Bambú guadua, se puede determinar que es apto para su uso estructural, ya que sobrepasa los límites de esfuerzos admisibles según el reglamento nacional de edificaciones.

VIII. Comparación físico mecánica

Comparación de propiedades físico mecánicas del bambú guadua del Valle del Alto Mayo con respecto a proyectos ejecutados.

Ejemplo:

PABELLON ZERI

Bambú Guadua Manizales, Colombia. Arq. Simón Vélez.

La capacidad portante de los aleros (7,30 metros de voladizo), colgando del extremo soporta una carga superior a los 650 kilogramos, observándose una deformación de 7 milímetros, los cuales recuperó la estructura al ser liberada la carga.



IMAGEN 2. Pabellón Zeri

Fuente: Arq. SIMON VELEZ

Esfuerzos admisibles (RNE)			
Flexión	Tracción	Compresión	Corte
5 Mpa (50 Kg/cm ²)	16 Mpa (160 Kg/cm ²)	13 Mpa (130 Kg/cm ²)	1 Mpa (10 Kg/cm ²)
Esfuerzos del Bambú Guadua (Juan A. V) ejemplo 4			
Flexión	Tracción	Compresión	Corte
5.7Mpa (57Kg/cm ²)	18.5 Mpa (185 Kg/cm ²)	59.1 Mpa (591.86Kg/cm ²)	11 Mpa (110 Kg/cm ²)
Pabellón Zeri (Steffens Klaus)			
Flexión	Tracción	Compresión	Corte
7.4Mpa (74kg/cm ²)	20.7 Mpa (207 Kg/CM ²)	56 Mpa (560kg/cm ²)	9.5Mpa (95kg/cm ²)

TABLA N°10. Comparación mecánica con respecto al RNE y Pabellón Zeri.

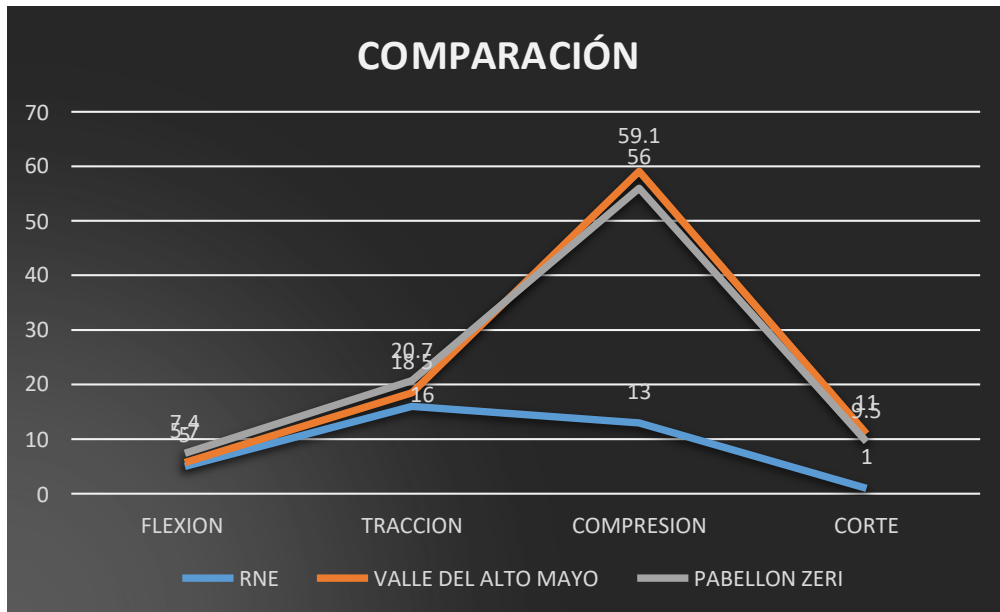


GRÁFICO N°17. Comparación de esfuerzo admisible y esfuerzos.

Fuente: Autoría Propia

Interpretación:

- En el gráfico se observa que las propiedades mecánicas del Bambú en el Valle del Alto Mayo son inferiores en cuanto a los esfuerzos de Flexión y Tracción sin embargo superiores en Compresión y Corte, a las de Manizales las cuales fueron utilizadas para la elaboración del pabellón Zery, por el arquitecto Simón Vélez, sin embargo, la diferencias es mínima.



IMAGEN 3. Pabellón Zeri

Fuente: Arq. SIMON VELEZ

V. DISCUSIONES

Objetivo general es Conocer el comportamiento estructural del bambú en las construcciones con respecto a otros materiales constructivos. Según los datos obtenidos sobre Bambú Guadua como material estructural alternativo para la construcción en el Valle del Alto Mayo-2020, con respecto a los esfuerzos que son sometidos todo material de construcción se determinó que el bambú a comparación de árboles maderables tiene un mejor comportamiento en cuanto a elasticidad, con 129.624 kg/cm^2 ; es por ello que se puede observar estructuras y construcciones en bambú con diseños más orgánicos y complejos a diferencia de construcciones con madera, la relación de resistencia es de 102 kg/cm^2 siendo superado solo por el acero con un 163 kg/cm^2 , en cuanto a masa por volumen 600 kg/m^2 igual que la madera, su resistencia es mayor que al concreto y la madera con 0.17 R/M siendo superado solo por el acero sin embargo es más rígido que el acero, concreto y madera con 340 E/N , esto se ve relacionado con **Juárez, D (2019)**, el cual indica que es un material 35% más beneficioso que los materiales comunes para la construcción, como resultado se tiene que dar mayor rentabilidad en las partidas, de aproximadamente 43%. Por lo tanto, **Morán (2015)** señala que es un material versátil para la construcción, porque es liviana y sismo-resistente, en cuanto a **Sencido (2017)** manifiesta que posee asombrosas características físicas las cuales hacen su uso en todo tipo de elementos, como tensores, geodésicas, laminadas, estructurales, cables para puentes colgantes y estructuras rígidas, mientras **Lara J (2013)** indica que el bambú es 4 veces más resistente a la compresión que cualquier hormigón, y su resistencia a la tracción supera a la madera y su flexión es mejor que al metal y **Coker N (2019)** cuya investigación señala que tiene excelentes características, como elasticidad, flexibilidad, resistencia, sismo resistente ni que hablar de sus propiedades físico mecánicas, en la cual se observa que es más resistente que el concreto y acero, así mismo **Silva H, Comoglio S, Teran A y Mendez J (2016)** concuerda que el Bambú se constituye como el recurso natural más renovable a diferencia de otros árboles o especies madereras; así también en sus propiedades y eficiencia estructural, en relación al peso y resistencia, superando a toda madera, y esta solo se puede comparar con el acero o nuevas fibras tecnológicas.

El objetivo específico será revisar teorías relacionadas al uso del bambú en la construcción.

-Identificar las propiedades físicas, físico mecánicas y químicas del bambú y otros materiales constructivos. En los datos analizados se obtuvo las dimensiones del bambú guadua del Valle del Alto Mayo con un Diámetro entre 8cm a 45cm, espesor de 2cm a 2.5cm, distancia entre nudos de 7cm a 50 cm y el largo de 15m a 30m, esta investigación encontró diferencias con respecto a datos obtenidos por **Ivan B (2017)** el cual menciona la altura de 18 a 30m dependiendo de la especie y edad, Diámetro entre 20 y 8 cm en la base, y 3 cm en su extremo superior, Espesores entre 2 y 2,5 cm en la base, y 1 cm en el extremo superior, Distancia entre nudos de 7 a 10 cm en la base, separándose con la altura entre 25 a 35 cm. Con respecto a las propiedades físico mecánicas de los ejemplos revisados se pudo determinar que 3 de las 4 muestras tomadas del Bambú guadua en el Valle del Alto Mayo cumplen con los esfuerzos admisibles del RNE para ser ejecutados como material estructural y construcción. A excepción de la muestra 3 cuyo esfuerzo a la tracción no cumplió con el mínimo requerido. En comparación con árboles maderables se determinó que el bambú tiene un mejor comportamiento en cuanto a elasticidad, es por ello que se puede observar estructuras y construcciones en bambú con diseños más orgánicos y complejos a diferencia de construcciones con madera, mientras que **Arcilla J. (1993)** demostró que el bambú como material tiene sus propiedades físico-mecánicas que su conductividad térmica es de 0,004 kcal/mh°C, siendo dos veces más rígida que el hormigón, acero y la madera ya que requiere el 57% de su masa cuando es usado como viga y el 40% cuando es columna. Su resistencia a la flexión es superior a la madera y el acero y su mejor propiedad es la tracción (200-300 N/nm²), la resistencia a la compresión varía entre 630 y 860 kp/cm², mientras que resistencia al corte está entre 167 kp/cm³ más baja que la madera, su resistencia a la flexión es 11.850N/mm² y el módulo de elasticidad está en torno a los 200.000kp/cm². **Antonio,A y Villafranca, R(2008)** menciona que el bambú es un material que se comporta de manera adecuada a los esfuerzos de tracción, corte y compresión, es más resistente que el hormigón, sismo resistente, dispuesto a soportar todo tipo de esfuerzo. En cuanto a grado de conductividad térmica del bambú obtenido es de 0,04KCAL/MH°C al igual que

el concreto siendo superior a él solo el vidrio y el ladrillo que tienden a absorber más el calor, como indica **Rodríguez J (2006)** que las viviendas de bambú aíslan del frío, del calor y el ruido gracias a las cámaras de aire que forman los troncos de bambú, por otro lado **Moromi I (2001)** pese a que el bambú es un material orgánico, la corteza del bambú tiene un alto contenido de silicio, lo cual le confiere interesantes propiedades de resistencia al fuego.

- Determinar la resistencia, los costos y vida útil del bambú y otros materiales constructivos. En cuanto a resultados obtenidos de la investigación se determinó que el Bambú tiene un costo de S/. 11.50 Por caña, y S/.10.15 por M2, el cual se considera un costo relativamente bajo a diferencia de los materiales convencionales de la zona como el ladrillo, concreto, acero galvanizado, caña y el adobe con costos más elevados hablando en construcción x M2, esto se debe a medida de que en la zona del Valle del Alto Mayo se puede encontrar con facilidad, esto concuerda también con las investigaciones de **Takahashi J. (2018)** el cual indica que la Provincia de Moyobamba departamento de San Martín, el precio de una pieza de bambú de 6 m de longitud en su estado seco tiene un precio de S/. 6.00 en el mercado de igual manera **Gonzales H. (2005)** en su evaluación del mercado sobre bambú en Lima, indica que la caña de bambú proveniente de Moyobamba tiene un costo de S/. 13.00 en su estado seco con una longitud de 6 metros. A si mismo **Andrade, V. (2019)** indica que se tiene las condiciones ambientales apropiadas para el crecimiento del bambú como planta propia de la zona, por lo que su crecimiento se da de manera natural y en grandes cantidades, y en cuanto a **Gálvez, F (2017)** el bambú siendo un material Eco-Sostenible es una forma alternativa para la edificación de viviendas de personas con bajos recursos, con respecto a los resultados obtenidos de la investigación confirmó dicha conclusión ya que el bambú tiene un costo de S/.11.50 por caña. Su resistencia es de 102kg/cm² siendo superado por el acero con 163kg/cm², sin embargo, **Martínez S. (2015)**, menciona que el bambú tiene un potencial enorme en su aplicación estructural gracias a su inigualable resistencia como característica físicas y mecánicas, mientras que **Lara J (2013)** indica que el bambú es 4 veces más resistente a la compresión que cualquier hormigón. Sin embargo el Bambú es el material que menos vida útil tiene en la construcción con respecto a otros materiales convencionales con máximo de

vida de 30 años, esto se debe a que es un material orgánico, natural, y que por su composición se tiende a pudrir fácilmente al contacto con la lluvia, esto concuerda con **González (2019)** el cual sostiene que el bambú al ser de un material natural de origen biológico, tiende a tener problemas de durabilidad siendo uno de los materiales con menos vida útil que otros materiales comunes, sin embargo **Borgues, A (2017)** indica que el bambú tiene un uso potenciable como material para construcción ya que es un recurso renovable, gracias a sus bondades naturales, mecánicas, físicas y fácil manejo forestal, bajo costo, rapidez de crecimiento y construcción rápida, por otro lado **Echezuria, H (2018)** menciona que el uso del bambú como material estructural en la construcción, reduciría el déficit de vivienda, gracias a su bajo costo además que poseer grandes propiedades físicas y mecánicas, resistencia, flexibilidad que harían un gran cambio en la edificación de viviendas precarias en la sociedad.

-Determinar si cumple con las normas del RNE. En comparación con los resultados obtenidos por la investigación en Moyobamba con el Bambú guadua, se determinó que es apto para su uso estructural, ya que sobrepasa los límites de esfuerzos admisibles según el Reglamento Nacional de Edificaciones, esta investigación encontró correlación con **Perez J y Quintana, E. (2019)** en su estudio ya que luego de someter al bambú a los distintos ensayos físico y mecánicos se ha demostrado que cumple con los estándares y se aprueba su uso como material de construcción, esto concuerda con los resultados de nuestra investigación ya que las muestras tomadas superan los estándares de los esfuerzos admisibles por el RNE: Norma E 100. Así mismo **Córdova, L (2017)** en comparación con la Norma Técnica E.100 Bambú se demostró que los valores obtenidos de los ensayos físicos y mecánicos están dentro de los esfuerzos admisibles, de igual manera **Carpio, P y Vásquez, J(2016)** de acuerdo a los valores obtenidos del bambú proveniente, Provincia de Moyobamba, en el departamento de San Martín se determinó que este cumple con el Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E.100, en cuanto a las medidas mínimas.

Estos resultados apoyan a la hipótesis planteada del proyecto, en el cual se da mención que, El comportamiento estructural del bambú en las construcciones es favorable.

VI. CONCLUSIONES

En esta tesis se conoció el comportamiento estructural del bambú en las construcciones con respecto a otros materiales constructivos, a través del análisis de los valores promedios estudiados, demostrando que compite equitativamente con cualquier material estructural siendo el segundo material más resistente después el acero, demostrando ser superior al concreto y la madera en diferentes esfuerzos; y esto tan solo siendo un material de procedencia orgánica.

Se revisaron teorías relacionadas del uso del bambú en la construcción las cuales ayudaron a obtener los resultados de esta.

En esta tesis se identificó las propiedades físicas, físico mecánicas y químicas del bambú, así como de otros materiales constructivos, ya que las propiedades del Bambú *Guadua Angustifolia* Kunth pueden variar por diferentes factores, ya sea edad, lugar de cosecha, curado, corte, etc. El grado de conductividad térmica del bambú es de 0,04 kcal/mh^{°c} al igual que el concreto, pero pese a ser un material vegetal y con gran capacidad de conductividad térmica, pareciera ser un material altamente inflamable pero no es así, ya que gracias a que la corteza del bambú tiene un alto contenido de silicio, el cual proporciona propiedades de resistencia al fuego hace que sea un material retardante de la llama. El bambú en comparación con otros árboles maderables utilizados para la construcción tiene mejor comportamiento en cuanto a elasticidad.

Se determinó la resistencia, el costo y vida útil del bambú y otros materiales constructivos, demostrando que es el segundo material más resistente después el acero siendo superior al concreto y la madera; con un costo más barato y accesible considerando sus diferentes usos, así como sus propiedades físico-mecánicas, belleza y utilidad; siendo el material con menos vida útil para ser utilizado en edificaciones, ya que por ser un material de procedencia orgánica se tiende, a pudrir y apolillar fácilmente, llegando a durar un máximo de vida útil de 30 años, esto con todos los procedimientos de curado y de diseño en la edificación.

Se determinó que el Bambú *Guadua angustifolia* en el Valle del Alto Mayo, según sus características mecánicas cumplen para el uso estructural en edificaciones

con respecto a los esfuerzos admisibles puestos por el Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma E 100.

En comparación con el bambú de Manizales, Colombia que se utilizó para la edificación del Pabellón Zeri, el Bambú del Valle del Alto Mayo tiene características similares, las cuales hacen su uso aún más llamativo y seguro para la sociedad y arquitectos que quieran trabajar con ella.

RECOMENDACIONES

Gracias a los datos que fueron demostrados a través del análisis de los valores promedios sobre el bambú en cuanto a su comportamiento estructural, se debería tomar en cuenta para la construcción a mayor escala en el Valle del Mayo por parte de los pobladores y autoridades, ya que este posee buenas características físico-mecánicas para su uso, compitiendo equitativamente con el acero y superando al concreto y la madera.

Las propiedades físico mecánicas del bambú varían por diferentes factores, ya sea edad, lugar de cosecha, curado, corte, etc. Por lo cual, para curar el bambú es recomendable usar el método de inmersión en sales, el cual es práctico y sencillo de realizar. De igual manera el cuidado con la humedad de los tallos del bambú al momento del corte, este es un aspecto importante que determina sus características, además que influye en la resistencia al ataque de insectos y hongos.

Pese a ser un material con una buena conductividad térmica y de procedencia orgánica, tipo leñosa, no quiere decir que sea un material altamente inflamable, al contrario, el bambú gracias al alto contenido de silicio lo hace resistente al fuego, por lo cual se debe perder el miedo y procurar edificar con este material más orgánico y amigable con el medio ambiente.

Para tener un material con alta resistencia y calidad, es importante tener en cuenta la edad del tallo, la época de corte, secado y el método de curado.

A pesar de ser un material con un costo más accesible, no necesariamente se puede considerar un material para pobres, esto lo demostró el arquitecto Simón Vélez en varias de sus obras arquitectónicas.

Bibliografías

- Martínez S. (2015). *Bambú como material estructural: generalidades, aplicaciones y modelización de una estructura tipo – 2015*. [tesis de pregrado Universidad Politécnica de Valencia]. RiuNet repositorio UPV. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55983/MARTINEZ%20-%20Bamb%C3%BA%20como%20material%20estructural%3A%20Generalidad%2C%20aplicaciones%20y%20modelizaci%C3%B3n%20de%20una%20est...pdf?sequence=1>
- Andrade, V (2019). *Bambú en la construcción Análisis de diferentes casos de estudio con sistema constructivos en Bambú* [tesis de Maestría Universidad de Évora]. Repositorio Universidad de Évora. <http://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/26322>
- Gálvez, F (2017). *Teoría, diseño y práctica con Bambú, riesgo y sostenibilidad en San Antonio Suchitepéquez* [tesis Pregrado Universidad de San Carlos de Guatemala]. <https://core.ac.uk/download/pdf/129372767.pdf>
- Pérez, J y Quintana, E. (2019). *Evaluación de las Características Físico Mecánica del Bambú (Guada) Como Material Alternativo para el Diseño de una Vivienda-8-2019*. [tesis pregrado Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas] Repositorio UNTRM. [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/P%C3%A9rez%20S%C3%A1nchez%20Jamer%20-%20Quintana%20Jaramillo%20Ericson%20Enfrain%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/P%C3%A9rez%20S%C3%A1nchez%20Jamer%20-%20Quintana%20Jaramillo%20Ericson%20Enfrain%20(1).pdf)
- Juárez, D (2019). *Uso y Rentabilidad del Bambú como Material Estructural de Construcción- 2019*. [tesis pregrado Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP. [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/JUAREZ_GONZ%C3%81LEZ_DIEGO_USO_RENTABILIDAD_BAMB%C3%9A%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/JUAREZ_GONZ%C3%81LEZ_DIEGO_USO_RENTABILIDAD_BAMB%C3%9A%20(3).pdf)
- Córdova, L (2017). *Propiedades físicas y mecánicas del Bambú procedente del bosque el Maronal de Atumplaya- Moyobamba-San Martin-Peru-2015*. [tesis de pregrado Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5586>
- Carpio, P y Vásquez, J. (2016). *Características Físicas y Mecánicas del Bambú para fines Estructurales - 2015*. [tesis pregrado Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio UPAO. <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4462>
- Paredes, V. (2017). *Uso del Bambú como material estructural caso vivienda ecológica en Tarapoto- 2017*. [tesis pregrado Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio UCV. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/20063?locale-attribute=es>
- Aguilar, L y Lujan, D (2019). *Manual para la construcción con Bambú*. https://assets.adsttc.com/content_files/Manual+de+Construccion+con+Bambu.pdf

- Moran J (2015). *Construir con Bambú (Caña de Guayaquil) manual de construcción* (3° edición).
http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manual-Construccion-Bambu.pdf
- Sencido (2017). *Manual de Construcción de Estructuras de Bambú*.
https://issuu.com/sencico_documentosdigitales/docs/manual_de_construccion_de_es
- Esquivel (2016). *Construcción con Bambú, Ventajas y Diseños*
<https://www.revista.ferrepat.com/construccion/construccion-con-bambu-ventajas-disenos/>
- Silva H, Comoglio S, Teran A y Mendez J. (2016) *Estructuras de Bambú en la Arquitectura Moderna*.
https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/17305/1/RE_Vol%2026_10.pdf
- Torres J (2019). *Estructuras de Bambú: Beneficios y 5 claves para su correcto uso*. Abouthaus <https://about-haus.com/estructuras-de-bambu/>
- Seguí P (2020). *Bambú en la arquitectura sustentable. ¿Porque su uso?*. Ovacen <https://ovacen.com/bambu-en-la-arquitectura-sustentable/>
- Maiztegui B (2020). *El bambú en Ecuador : Proyectos contemporáneos contruidos en caña*. Archdaily <https://www.archdaily.pe/pe/942005/el-bambu-en-ecuador-proyectos-contemporaneos-contruidos-en-cana>
- Hernandez D (2020). *Casa Ananda/Ibuku*. Archdaily <https://www.archdaily.pe/pe/884738/casa-ananda-ibuku>
- Maiztegui B (2020). *Domus: Programas de construcción en bambú para poblaciones vulnerables de Perú*. Archdaily <https://www.archdaily.pe/pe/933806/domus-programas-de-construccion-en-bambu-para-poblaciones-vulnerables-de-peru>
- Gonzales F (2019). *Hideout/Studio WNA*. Archdaily <https://www.archdaily.pe/pe/880619/hideout-jarmil-lhotak-plus-alena-fibichova>
- Rodríguez J (2006). *El Bambú como Material de Construcción*.
<https://www.redalyc.org/pdf/944/94403115.pdf>
- González (2019, 5 de febrero) *El Bambú en las Estructuras*. Arquitectura Sostenible. Razón publica. <https://arquitectura-sostenible.es/el-bambu-en-las-estructuras/>
- Morocho, F y Gutierrez, G. (2018) *Bambucyt: Bambú para la Ciencia, Innovación y Tecnología*.
<http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/forestales/revistas/CIB/BAMBUCYT.pdf>
- Torres, E (2017) *Bambú, una Cultura y una Evolución, Cuatro Conceptos- Tres Arquitecturas*. http://oa.upm.es/47077/1/TFG_Torres_Franco_Erika.pdf

- Ordoñez, V; Mejia, T y Barcenás, G (2002) *Manual para la construcción sustentable con Bambú*. Comisión nacional forestal.
https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/documentos/MANUAL_PARA_LA_CONSTRUCCION_SUSTENTABLE_CON_BAMBU.PDF
- Montoya V, (2015, 24 de junio) *Uso del bambú como material de construcción en estructuras no convencionales en la ciudad de Huancayo*. Apuntes de Ciencia & Sociedad. <https://doi.org/10.18259/acs.2015024>
- Castillo A (2015, 24 de febrero). *El bambú como material de construcción*. Eco portal. <https://www.ecoportel.net/temas-especiales/habitat-urbano/el-bambu-como-material-de-construccion/>
- Valera, I y Chaviano, D (2013) *EL bambú: Recurso renovable y sostenible para el diseño y construcción*. <https://www.monografias.com/trabajos101/bambu-recurso-renovable-y-sostenible-diseno-y-construccion/bambu-recurso-renovable-y-sostenible-diseno-y-construccion.shtml>
- Lara J (2013 30 de junio) *El bambú como material de construcción* .
https://www.academia.edu/30831356/EL_BAMBU_COMO_MATERIAL_DE_CONSTRUCCION
- Antonio, A y Villafranca, R (2008 26 de Julio) *Pruebas mecánicas realizadas a bambú guadua*. Scribd . <https://es.scribd.com/doc/4098647/Pruebas-mecanicas-realizadas-a-bambu-Guadua>
- Hidalgo O (2011 29 de Mayo) *Manual de construcción con bambú guadua*. ISSUU <https://issuu.com/gestiondediseno/docs/manual-de-construccion-con-bambu-guadua>
- Villa, Y (2018) *Estudio del estado actual del uso del bambú como un material sostenible en la construcción*. <http://hdl.handle.net/2117/130791>
- Sosa, M (2017) *El bambú en la construcción nueva técnica*.
http://190.169.94.12/ojs/index.php/rev_tc/article/view/12567
- Barnet, Y y Jabrane, F (2107) *Diseño de proyectos con bambú en Lima como estrategia de difusión de un método constructivo alternativo y sostenible*.
<http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=e964e9b5-301e-4645-9dcc-d61da9b936e6%40pdc-v-sessmgr03&bdata=JmxhbmMc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=130945306&db=fua>
- Borgues A. (2017) *Uso del bambú como material de construcción para contribuir al mejoramiento del hábitat*. [trabajo e tesis, Universidad central Marta Abreu de las villas]. Repositorio UCLV
<https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/8547>
- Echezuria H (2018) *El bambu como recurso sustentable para construcción de viviendas de bajo costo*. <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/3673-11786-1-PB.pdf>

Jarramillo A, Lisboa S, Goularte T y Liberloto L (2019). *Uso sostenible del bambú divulgado a través de actividades de extensión universitaria: proyecto y construcción de pérgola para ciclistario.*

<file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/1271-5788-3-PB.pdf>

Torres B, Segarra M y Braganca L. (2019) *El bambú como alternativa de construcción sostenible.*

<https://revistas.unne.edu.ar/index.php/eitt/article/view/3787/3414>

El Peruano, (2020) *Ministerio de Vivienda y Saneamiento.*

https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-los-valores-unitarios-oficiales-de-edificacion-para-resolucion-ministerial-n-270-2020-vivienda-1898559-1/?fbclid=IwAR14O0_83zkqd4C_cVe3A3l0ewhAexzh1q1WypPG3aDTsPI3aoB0r9nzoQ4

Vinay J (2009) *Bamboo as a Building Material- its Uses and Advantages in Construction Works.* <https://theconstructor.org/building/bamboo-as-a-building-material-uses-advantages/14838/>

Metin, Y y Xinqun F(2015) *Application of Bamboo Material in Modern Architecture.* <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/25845501.pdf>

Sharma P, Dhanwantru k y Mehta S (2014). *Bamboo as a Building Material* https://www.ripublication.com/ijcer_spl/ijcerv5n3spl_08.pdf

Dhenesh R Y Bindu Agarwal(2014) *Bamboo as a Building Material* https://www.krishisanskriti.org/vol_image/03Jul201502074415.pdf

Manandhar R y Hee Kim J (2018) *Environmental, Social and Economic Sustainability of Bamboo and Bamboo-Based Construction Materials in Buildings.*

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13467581.2019.1595629>

Nurdiah A(2016) *The Potencial of Bamboo as Building Material in Organic Shaped Buildings.*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815061844>

Coker N (2019) *The Study of Bamboo in Architecure.*

https://issuu.com/nicole.coker_arch.porfolio/docs/final_bamboo_presentation

Hunnarshala (2014). *Bamboo Construction Source Book.*

https://issuu.com/hunnarshala/docs/the_bamboo_book_final_12-5-13

Bambu –Collettivo Cerrentini (2010) *Bamboo Architettura Tecnologia Design.*

https://issuu.com/collettivocerretini/docs/bamboo_-_collettivo_cerretini

Tessarini, A (22 de noviembre 2018) *Bambú Desing & Architettura.*

<https://www.bambutigre.it/design-architettura-costruire-e-arredare-con-il-bambu-in-italia/>

ANEXOS

Cuadro de variable

ANEXO: Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPRUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<p>Características físico mecánicas del bambú como material estructural alternativo para la construcción</p>	<p>El bambú es excelente y versátil para la construcción, es liviano y sismo-resistente, atractivo, natural, económico, abundante, renovable de rápida regeneración y eco-amigable, además su uso requiere de herramientas manuales, económicas y de fácil uso. (Moran 2015)</p>	<p>Se medirá la variable a través de instrumentos de registros bibliográficos y datos de estudios antes realizados.</p>	Propiedades físicas	Dimensiones del bambú	Razón
			Propiedades Mecánicas	Densidad y humedad	
				Resistencia a la compresión	
				Resistencia a la flexión	
			Propiedades Químicas	Resistencia a la tracción	
				Resistencia al corte	
			Comparación física	Conductividad termina	
			Comparación Mecánica	Con maderas	
			Comparación de costos	Con Acero y concreto	
				Con relación a materiales convencionales	
Resistencia vida útil	Durabilidad				
Normatividad	RNE – E.100				
Comparación física mecánica	Proyectos ejecutados				

ANEXO: Instrumento de recolección de datos.

Análisis Documental

Ficha de registros de datos

Datos del investigador

Nombre y Apellido: Jheyson Flores Tafur

Docente: Mg Arq.: Rengifo Mesia Karina

Tema: Bambú Guadua como material estructural alternativo para la construcción en el Valle del Alto Mayo.

Objetivo: Conocer el comportamiento estructural del bambú en las construcciones.

Instrucciones: Obtener datos específicos de las características del bambú como material estructural.

IX. Propiedades físicas del bambú.

Dimensiones del Bambú Guadua Angustifolia Kunth.

Edad				
Largo				
Diámetro				
Espesor				
Distancia entre nudos				

X. Propiedades físico mecánicas

Propiedades físico mecánicas del Bambú según estudios realizados al Bambú Guadua angustifolia en el valle del Ato Mayo.

Ejemplos	Densidad kg/m ³	% Humedad	Resistencia a la Compresión Promedio por kg/c.m ²	Resistencia a la Flexión Promedio por kg/cm ²	Resistencia al esfuerzo de Tracción por kg/cm ²	Resistencia al esfuerzo de Corte por kg/cm ²
1						

2						
3						
4						
5						

XI. Propiedades químicas.

Grado de conductividad térmica del Bambú Guadua angustifolia:

XII. Comparación física.

Comparación física del Bambú Guadua angustifolia con respecto a arboles maderables.

Índice del material (K/N cm ²)	Bambú	Cedro	Pino	Caoba	Roble
Elasticidad					
Compresión					
Tracción					
Flexión					
Corte					

XIII. Comparación mecánica.

Comparación de las propiedades mecánicas del Bambú Guadua angustifolia con respecto a arboles maderables.

Especie	Tracción	Compresión	Flexión
Bambú			
Roble			
Eucalipto			
Pino blanco			
Caoba			
Cedro			

XIV. Comparación de costos.

Comparación de costos del bambú *Guadua angustifolia* con respecto a los materiales convencionales de construcción.

Material	Costo unitario	Costo x M2
Bambú		
Ladrillo		
Concreto		
Acero		
Caña		
Adobe		
Tapial		
Quincha		
Drawahl		

XV. Resistencia, vida útil.

Resistencia del bambú *Guadua angustifolia* en comparación a materias convencionales de construcción.

Material	Resistencia de diseño (kg/cm²)	Masa por volumen (kg/m³)	Relación de resistencia (R/M)	Módulo de elasticidad (kg/cm²)	Relación de rigidez (E/M)
Bambú					
Hormigón					
Acero					
Madera					

Durabilidad del bambú *Guadua angustifolia* en comparación a materias convencionales de construcción.

Material	Vida útil
Bambú	
Hormigón	
Acero	
Madera	

XVI. Normatividad existente

Indicadores que cumplan con el RNE Norma A: 010

Indicadores que cumplan con RNE Norma E: 100

XVII. Impacto

Impacto que genera el uso del bambú en las construcciones según sus dimensiones.

	Ambiental	Social	Económico	Cultural
Impacto				

Validaciones

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Arq. Tulio Anibal Vásquez Canales

Institución donde labora : Universidad César Vallejo – Universidad Nacional de San Martín

Especialidad :

Instrumento de evaluación : FICHA DE REGISTRO DE DATOS

Autor (s) del instrumento (s): JHEYSON FLORES TAFUR

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: _____
 Institución donde labora : _____
 Especialidad : _____
 Instrumento de evaluación : _____
 Autor (s) del instrumento (s): _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)


CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable:					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio:					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable:					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 46

Tarapoto, ____ de _____ de 2020



MBA Arq. Tullio Anibal Vásquez Canales
 CAP: 2098

Sello personal y firma

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
II. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Mg. Arq. Patssy Jhoana Arévalo Arellano
 Institución donde labora : Universidad César Vallejo – Universidad Nacional de San Martín
 Especialidad : Maestra en Gestión Pública
 Instrumento de evaluación : FICHA DE REGISTRO DE DATOS
 Autor (s) del instrumento (s): JHEYSON FLORES TAFUR

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

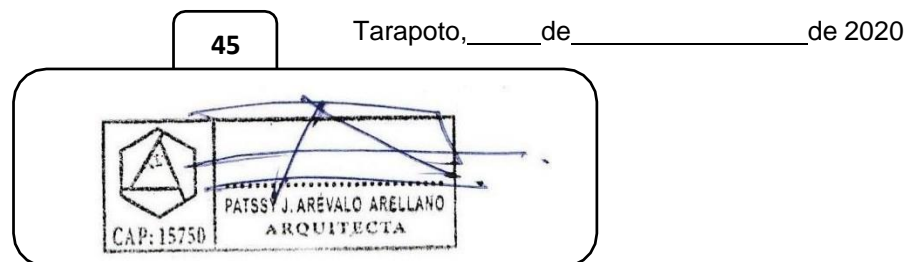
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable:				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio:				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable:					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL		45				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VALIDO PARA LA APLICACIÓN SU APLICACIÓN.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

III. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: JACQUELINE *BARTRA GOMEZ*
 Institución donde labora : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Especialidad : MG. ARQUITECTURA
 Instrumento de evaluación : FICHA DE REGISTRO DE DATOS
 Autor (s) del instrumento (s): JHEYSON FLORES TAFUR

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable:					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio:					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable:					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

46

Tarapoto, ____ de _____ de 2020

