



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCION**

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERIA CIVIL**

TEMA

**ESTRUCTURA DE LOSA PARA CUBIERTAS Y
SU IMPLEMENTACIÓN CON CAÑA GUADUA EN VIVIENDAS DE
INTERÉS SOCIAL**

TUTOR

MGTR. JULY ROXANA HERRERA VALENCIA

AUTOR

ANGY JESSENIA ZAMBRANO PANTALEÓN

GUAYAQUIL

2024

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Estructura De Losa Para Cubiertas Y Su Implementación Con Caña Guadua
En Viviendas De Interés Social

AUTORES:

Angy Jessenia Zambrano Pantaleón

TUTOR:

Mgtr. July Roxana Herrera Valencia

INSTITUCIÓN:

**Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil**

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

Facultad de Ingeniería, Industria y
Construcción

CARRERA:

Ingeniería Civil

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2024

N. DE PÁGS:

96

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Desarrollo sostenible- Vivienda social-Tecnologías sostenibles-Materiales renovables-Eficiencia energética

RESUMEN:

La investigación enfocada en la "Estructura de losa para cubiertas y su implementación con caña guadua en viviendas de interés social" en Guayaquil adoptó un enfoque cuantitativo para evaluar la viabilidad técnica y económica de la caña guadua como material de construcción sostenible. A través de un método exploratorio y descriptivo, se recopilaron datos mediante encuestas a ingenieros civiles y ensayos de laboratorio, complementados con observación directa y análisis documental. Los resultados indicaron que la caña guadua posee propiedades estructurales adecuadas para soportar cargas de cubiertas, mostrando una resistencia comparable a los materiales convencionales con beneficios adicionales en sostenibilidad y reducción de costos. La implementación de losas de caña guadua podría disminuir significativamente el peso de las estructuras, lo que implica menores requerimientos de cimentación y costos asociados, favoreciendo la economía en viviendas de interés social. La integración de la caña guadua en diseños estructurales modernos fue considerada factible y económicamente ventajosa por la mayoría de los profesionales encuestados. Además, el análisis comparativo con losas tradicionales reveló que la caña guadua no solo es competitiva en términos de rendimiento sino que también aporta al desarrollo económico local y la construcción sostenible. En conclusión, la caña guadua emerge como una alternativa prometedora para viviendas de interés social en Guayaquil, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y eficiencia de recursos, ofreciendo una solución práctica y económica para la construcción de cubiertas.

N. DE REGISTRO (en base de datos):

N. DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (Web):

ADJUNTO PDF:

SI

NO

CONTACTO CON AUTOR/ES: Zambrano Pantaleón Angy Jessenia	Teléfono: +593 98 281 0933	E-mail: azambranop@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Título. Ph.D Marcial Calero Amores (Decano) Teléfono (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Título. Mgtr. Eliana Contreras Jordán (Director de Carrera) (04) 259 6500 Ext. 242 E-mail: econtrerasj@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

ESTRUCTURA DE LOSA PARA CUBIERTAS Y SU IMPLEMENTACIÓN CON CAÑA GUADUA EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Internacional del Ecuador Trabajo del estudiante	1%
2	upcommons.upc.edu Fuente de Internet	<1%
3	accionciudadanatec.blogspot.com Fuente de Internet	<1%
4	secretariasenado.gov.co Fuente de Internet	<1%
5	P A Ospina Henao, R D Oñate Ballesteros, J S Peñaranda Vega. "Analysis of the stresses obtained in adobe walls without reinforcement against lateral loads obtained through modeling in SAP 2000", Journal of Physics: Conference Series, 2022 Publicación	<1%
6	Submitted to Universidad Tecnológica Israel Trabajo del estudiante	<1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

La estudiante egresada ANGY JESSENIA ZAMBRANO PANTALEÓN, declara bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, “Estructura de losa para cubiertas y su implementación con caña guadua en viviendas de interés social”, corresponde totalmente a él suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor



Firma:

ANGY JESSENIA ZAMBRANO PANTALEÓN

C.I. 095002609-6

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación “Estructura de losa para cubiertas y su implementación con caña guadua en viviendas de interés social”, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: “Estructura de losa para cubiertas y su implementación con caña guadua en viviendas de interés social”, presentado por la estudiante ANGY JESSENIA ZAMBRANO PANTALEÓN como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:

MGTR. JULY ROXANA HERRERA VALENCIA

C.C. 0916201569

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, que sin duda alguna es quien ha estado a mi lado respaldándome en este largo recorrido, agradecida con mi mami Sofia que con su ayuda y esfuerzo es un logro más, agradezco a cada una de las personas que sin dudarlo estuvieron conmigo ayudándome sin dar un no como respuesta en cada una de las etapas de la carrera, agradecida con el Sr. Jhonny Palacios, el Sr. Wellington Potes y el Ing. Luis Yépez por el apoyo a este proyecto.

También agradezco a los maestros que conocí en el transcurso de la carrera por sus conocimientos impartidos en clases y a mi tutora Mgtr. July Roxana Herrera Valencia por su paciencia y orientación en este proceso de trabajo de titulación

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a Dios, sabiendo que para Dios no hay nada imposible, todos los obstáculos presentados, puertas que muchas veces fueron cerradas y cuestionamientos, han sido fortaleza y a la vez inspiración para avanzar un peldaño más con la ayudada de él.

Sin duda alguna va dedicado a mi mami Sofia, que con su dedicación, amor, sacrificio y ejemplo de lucha me han permitido cumplir un sueño más, inculcándome aptitudes para mi superación como persona y profesional. A mis papis abuelitos María Potes, Bolívar Pantaleón, Pedro Zambrano y Cristina Carpio que desde pequeña estuvieron en mi formación y que hoy en día me acompañan desde el cielo.

RESUMEN

La investigación enfocada en la "Estructura de losa para cubiertas y su implementación con caña guadua en viviendas de interés social" en Guayaquil adoptó un enfoque cuantitativo para evaluar la viabilidad técnica y económica de la caña guadua como material de construcción sostenible. A través de un método exploratorio y descriptivo, se recopilaron datos mediante encuestas a ingenieros civiles y ensayos de laboratorio, complementados con observación directa y análisis documental. Los resultados indicaron que la caña guadua posee propiedades estructurales adecuadas para soportar cargas de cubiertas, mostrando una resistencia comparable a los materiales convencionales con beneficios adicionales en sostenibilidad y reducción de costos. La implementación de losas de caña guadua podría disminuir significativamente el peso de las estructuras, lo que implica menores requerimientos de cimentación y costos asociados, favoreciendo la economía en viviendas de interés social. La integración de la caña guadua en diseños estructurales modernos fue considerada factible y económicamente ventajosa por la mayoría de los profesionales encuestados. Además, el análisis comparativo con losas tradicionales reveló que la caña guadua no solo es competitiva en términos de rendimiento, sino que también aporta al desarrollo económico local y la construcción sostenible. En conclusión, la caña guadua emerge como una alternativa prometedora para viviendas de interés social en Guayaquil, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y eficiencia de recursos, ofreciendo una solución práctica y económica para la construcción de cubiertas.

(Palabras Claves: Desarrollo sostenible- Vivienda social-Tecnologías sostenibles- Materiales renovables-Eficiencia energética)

ABSTRACT

The research focused on the "Slab structure for roofing and its implementation with guadua cane in social interest housing" in Guayaquil adopted a quantitative approach to assess the technical and economic viability of guadua cane as a sustainable construction material. Through an exploratory and descriptive method, data were collected through surveys of civil engineers and laboratory tests, complemented by direct observation and documentary analysis. The results indicated that guadua cane has structural properties suitable for supporting roof loads, showing resistance comparable to conventional materials with additional benefits in sustainability and cost reduction. The implementation of guadua cane slabs could significantly reduce the weight of the structures, which implies lower foundation requirements and associated costs, favoring the economy in social interest housing. The integration of guadua cane into modern structural designs was considered feasible and economically advantageous by most of the professionals surveyed. In addition, the comparative analysis with traditional slabs revealed that guadua cane is not only competitive in terms of performance but also contributes to local economic development and sustainable construction. In conclusion, guadua cane emerges as a promising alternative for social interest housing in Guayaquil, aligning with the goals of sustainability and resource efficiency, offering a practical and economical solution for roof construction.

(Keywords: Sustainable development - Social housing - Sustainable technologies - Renewable materials - Energy efficiency)

ÍNDICE GENERAL

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	ii
CERTIFICADO DE SIMILITUD	iv
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.....	v
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Tema:.....	3
1.2. Planteamiento del Problema:	3
1.3. Formulación del Problema:.....	4
1.4. Objetivo General	5
1.5. Objetivos Específicos	5
1.6. Idea a Defender / Hipótesis	5
1.7. Línea de Investigación Institucional / Facultad	5
CAPÍTULO II	6
MARCO REFERENCIAL.....	6
2.1. Antecedentes	6
2.2. Marco teórico.....	7
2.2.1. Contexto de Viviendas de Interés Social.....	7
2.2.2. Materiales de Construcción Sostenibles.....	11
2.2.3. La Caña Guadua: Características y Aplicaciones.....	14
2.2.4. Diseño y Construcción con Caña Guadua	17
2.2.5. Caña Guadua en Estructuras de Cubierta	21
2.2.6. Impacto Económico y Ambiental.....	24

2.2.7.	Normativas y Regulaciones	27
2.2.8.	Innovación y Tecnología.....	29
2.3.	Marco Conceptual	33
2.4.	Marco Legal:.....	35
2.4.1.	Constitución de la República del Ecuador.....	35
2.4.2.	Normativa construcción sostenible en Ecuador	35
2.4.3.	Código orgánico de organización territorial, autónomo y descentralización.	36
2.4.4.	Normativa: Ordenamientos territorial uso y gestión del suelo.....	37
2.4.5.	NORMAS ECUATORIANAS DE LA CONSTRUCCIÓN	38
CAPÍTULO III		40
MARCO METODOLÓGICO		40
3.1.	Enfoque de la investigación:	40
3.2.	Alcance de la investigación:	41
3.3.	Técnica e instrumentos para obtener los datos.....	41
3.4.	Población y muestra	43
3.5.	Tipos de Muestra en investigación cualitativa.....	43
3.6.	Presentación y análisis de resultados.....	44
CAPÍTULO IV		58
PROPUESTA O INFORME		58
4.1.	Propuesta.....	58
4.1.1.	Introducción a la Propuesta	58
4.1.2.	Descripción de la Losa de Caña Guadua	58
4.1.3.	Prototipo y Ensayos	59
4.1.4.	Comparativo con Losas Tradicionales.....	67
CONCLUSIONES		70
RECOMENDACIONES.....		72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Importancia del uso de eco materiales	44
Tabla 2 Nivel de Prioridad	45
Tabla 3 Implementación viable de eco materiales.....	46
Tabla 4 Idoneidad de la caña guadúa como material principal	47
Tabla 5 Material adecuado para ser utilizado como elemento estructural.....	48
Tabla 6 Dispuesto estaría a reemplazar el acero de refuerzo por caña guadúa	49
Tabla 7 Cree que reducen costos	50
Tabla 8 Perspectiva de costo beneficio	51
Tabla 9 Influencia económica	52
Tabla 10 Recomendación.....	53
Tabla 11 Nivel de Prioridad	54
Tabla 12 Evaluación del Impacto Ambiental	55
Tabla 13 Evaluación del Impacto Ambiental	56
Tabla 14 Percepción del Mercado en cuanto a la Aceptación.....	57
Tabla 15 Materiales	60
Tabla 16 Carga leída y Carga Real	65
Tabla 17 Reporte de Ensayo.....	67
Tabla 18 Cuadro comparativo losa	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Imagen 1 selección de caña.....	60
Imagen 2 Inspección de las condiciones del material.....	60
Imagen 3 estructura armando para el ensayo	60
Imagen 4 fundición de la loza	61
Imagen 5 traslado de la loza.....	61
Imagen 6 acomodamiento de la loza.....	61
Imagen 7 loza lista.....	62
Imagen 8 verificación que la loza esté listo	62
Imagen 9 Aplicación de prueba de presión	62
Imagen 10 Presión máxima tolerada.....	63
Imagen 11 efecto dela presión máxima tolerada	63
Imagen 12 verificación de efectos de la presión en la loza	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Calibración del sistema hidráulico.....	76
Anexo 2 Ensayo de resistencia	77
Anexo 3 Evidencia fotográfico armado del encofrado	78
Anexo 4 Evidencia fotográfica fundición	81

INTRODUCCIÓN

La presente tesis se centra en la exploración del uso de la caña guadua en la construcción de losas de cubiertas para viviendas de interés social en Guayaquil, Ecuador. Esta investigación surge en el contexto de la necesidad creciente de encontrar soluciones de vivienda sostenibles y económicas que sean adecuadas para enfrentar los desafíos socioeconómicos y ambientales en regiones en desarrollo. El uso de materiales no convencionales en la construcción, como la caña guadua, se ha identificado como una alternativa viable y sostenible que podría ofrecer beneficios significativos en términos de costos, impacto ambiental y eficiencia constructiva.

Guayaquil, como la ciudad más grande y uno de los centros económicos más importantes de Ecuador, enfrenta desafíos únicos en términos de desarrollo urbano, especialmente en la provisión de viviendas accesibles para su creciente población. La elección de la caña guadua, un recurso natural abundante en la región, para la construcción de losas de cubiertas, presenta una oportunidad para explorar métodos de construcción más sostenibles y accesibles. Esta investigación tiene como objetivo analizar las propiedades físicas, mecánicas y sostenibles de la caña guadua, y cómo estas pueden ser aplicadas de manera efectiva en la construcción de viviendas de interés social.

La tesis se estructura en varios capítulos que abarcan desde el análisis del contexto socioeconómico y ambiental de Guayaquil, las propiedades y el manejo de la caña guadua, hasta el diseño y la implementación de losas de cubiertas en viviendas de interés social. Se incluye una revisión de literatura que aborda estudios previos sobre materiales de construcción sostenibles, con un enfoque específico en la caña guadua, así como una evaluación detallada de las normativas y regulaciones locales que impactan la construcción de viviendas de interés social en Guayaquil.

En el marco de los retos de urbanización y desarrollo social que enfrenta Guayaquil, la ciudad más poblada y uno de los núcleos económicos de Ecuador, se plantea la urgencia de encontrar alternativas viables para la construcción de viviendas. Esta investigación propone la caña guadua como una solución potencial, centrando el análisis en su aplicabilidad para losas de cubiertas en proyectos de vivienda de interés social. Este enfoque surge de la necesidad de explorar materiales que no solo sean sostenibles y de bajo costo, sino que también cumplan con los requerimientos técnicos y normativos para la construcción en áreas urbanas.

El estudio se organiza en una serie de capítulos que abordan diversos aspectos cruciales para la comprensión integral del tema. Inicialmente, se presenta un análisis exhaustivo del entorno socioeconómico y ambiental de Guayaquil, proporcionando el contexto necesario para entender las implicaciones de implementar la caña guadua en proyectos de construcción a gran escala. Posteriormente, se explora en profundidad las propiedades físicas y mecánicas de la caña guadua, destacando su potencial como material de construcción en términos de resistencia, durabilidad y capacidad de aislamiento.

Un componente clave de esta investigación es el diseño y análisis técnico de losas de cubiertas fabricadas con caña guadua. Aquí, se detallan las técnicas constructivas, los métodos de cálculo estructural y las estrategias de diseño que optimizan el uso de este material, considerando las cargas, la estabilidad estructural y los desafíos de implementación en entornos urbanos.

A través de esta investigación, se busca proporcionar un marco de referencia para futuras iniciativas de construcción sostenible en Guayaquil y otras regiones con características similares. Al hacerlo, se espera contribuir al desarrollo de soluciones habitacionales más inclusivas, respetuosas con el medio ambiente y económicamente viables.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.Tema:

ESTRUCTURA DE LOSA PARA CUBIERTAS Y SU IMPLEMENTACIÓN CON CAÑA GUADUA EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL.

1.2. Planteamiento del Problema:

La insuficiencia de viviendas adecuadas y la vulnerabilidad del hábitat, son reflejo de la difícil situación económica y social que vive buena parte de la población de en sectores de interés social vulnerables. (BID MEJORANDO VIDAS, 2016)

Los requerimientos de vivienda expresados en el déficit habitacional son consecuencia de una situación de pobreza y exclusión que afecta a amplios sectores de la población. La exclusión consiste en condiciones como insuficiencia de empleo adecuado y estable, falta de acceso a créditos, falta de conocimiento o asesoramiento técnico. (BID MEJORANDO VIDAS, 2016).

El problema a todo esto es la carencia de nuevos métodos constructivos para la creación de viviendas en nuestro medio accesibles para una población de bajos recursos. La demanda de viviendas crece cada día mucho más, y la falta de una estabilidad política laboral, ha permitido que muchos no tengan acceso a una vivienda digna. (Narváez Chamorro, 2013)

El uso de caña guadua reducirá el peso de las losas macizas por lo que disminuirá los costos de construcción manteniendo buenas propiedades constructivas. Frente a estructuras metálicas es un material que resulta ser económico, sobre todo para edificios de más de diez pisos de alturas (Medina,2008).

El acero estructural resulta ser un material con altos costos de inversión y muchas veces se tiene que importar el acero, lo que acarrea un costo adicional al momento de la compra del material y, por último, el acero requiere de mantenimiento y supervisión constante, por ser altamente corrosivo, solicitando recubrimientos especiales como

anticorrosivos, galvanizado y otros productos, generando sobrecostos, a mayor altura, el precio se acrecienta también. El hormigón necesita mantenimiento de menor costo y son materiales que se puede ubicar fácilmente en la zona de construcción (Bello Zambrano & Villacreses Viteri, 2021)

Además, los elementos constructivos esenciales (columnas, vigas y losas) están sólidamente unidos entre sí, proporcionándole a la estructura una adecuada unión entre ellas y distribuyendo mejor los esfuerzos, siendo en hormigón armado uno de los materiales que más se utiliza en la construcción de viviendas en la mayoría de los países a nivel mundial. (Bello Zambrano & Villacreses Viteri, 2021)

La guadua es un material con múltiples ventajas, sin embargo, posee desventajas a nivel general como lo son: el gran peso que posee y sus grandes secciones; la obra estructural es lenta debido a los períodos de desencofrado; el curado debe ser preciso y cuidadoso; contracciones durante el fraguado; la adaptación a diversas formas ha traído como resultado diseños arquitectónicos modernos e impactantes, pero con escaso comportamiento sísmico (Bello Zambrano & Villacreses Viteri, 2021)

Este material frente al hormigón armado presenta la ventaja de que es un material de bajo costo, ideal para la construcción de viviendas de interés social. La caña guadua es un recurso natural, abundante en la provincia de Manabí. También es un recurso renovable cuyo consumo favorece la explotación forestal local y la protección medioambiental, por ser un recurso natural consumiendo menos energía primaria en su transformación y produciendo menos impactos que otros materiales a lo largo de todo el ciclo de vida del producto. (Bello Zambrano & Villacreses Viteri, 2021).

1.3. Formulación del Problema:

¿Cómo se comporta el diseño de una losa para cubiertas con caña guadua en las viviendas de interés social?

1.4. Objetivo General

Diseñar estructura de losa para cubiertas y su implementación con caña guadua en viviendas de interés social – Guayaquil

1.5. Objetivos Específicos

1. Investigar el comportamiento estructural de la losa maciza utilizando caña guadua.
2. Determinar los valores del peso que se sustituye por el porcentaje corresponde al uso de caña guadua, para su utilización en la construcción de losas.
3. Contrastar el peso de la losa maciza usando caña guadua con el peso de la losa maciza construida con el sistema tradicional.

1.6. Idea a Defender / Hipótesis

La estructura de losa para cubiertas y su implementación con caña guadua reducirá el peso de las losas macizas por lo que disminuirá los costos de construcción manteniendo buenas propiedades constructivas.

1.7. Línea de Investigación Institucional / Facultad.

Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes

Pérez, L. (2021). "Evaluación de la resistencia sísmica de estructuras de caña guadua". Esta tesis se enfocó en analizar la capacidad de la caña guadua para resistir cargas sísmicas. Mediante un enfoque cuantitativo, se utilizaron simulaciones y pruebas de carga en modelos a escala. Los resultados demostraron una notable resistencia de la guadua a movimientos sísmicos, superando en algunos casos a materiales convencionales. La conclusión enfatizó el potencial de la guadua en zonas propensas a terremotos, recomendando su inclusión en normativas de construcción sísmica.

García, J. & Martínez, L. (2020). "Impacto ambiental del uso de caña guadua en construcción sostenible". En este artículo, los autores exploraron el impacto ambiental de la guadua comparado con otros materiales de construcción. La metodología incluyó un análisis de ciclo de vida y evaluaciones de campo. El estudio encontró que la guadua tiene una huella de carbono significativamente menor y promueve la biodiversidad. La conclusión resaltó la guadua como una opción sostenible y eficiente para la construcción moderna.

Rivera, A. & Castillo, M. (2022). "Innovación en técnicas de unión para estructuras de caña guadua". Este estudio investigó el desarrollo de nuevas técnicas de unión para mejorar la eficiencia estructural de la guadua. Utilizando una metodología experimental, se testearon varias técnicas de unión. Los resultados mostraron mejoras significativas en la estabilidad y resistencia de las uniones. La conclusión sugirió que estas innovaciones

podrían expandir la aplicabilidad de la guadua en proyectos de construcción más complejos.

López, R. & Hernández, D. (2019). "Uso de la caña guadua en viviendas de bajo costo: Un estudio de caso en Ecuador". Este artículo se centró en la aplicación de la guadua en la construcción de viviendas económicas en Ecuador. A través de un estudio de caso y análisis cualitativo, se evaluaron varias viviendas construidas con guadua. Los hallazgos indicaron que la guadua no solo reduce los costos de construcción, sino que también mejora la eficiencia térmica. La conclusión destacó la guadua como una solución viable para el déficit habitacional en regiones económicamente desfavorecidas.

Morales, F. et al. (2023). "Integración de la caña guadua en sistemas constructivos modernos". Este estudio exploró cómo la guadua puede integrarse en sistemas de construcción contemporáneos. Mediante análisis comparativos y pruebas de ingeniería, se examinaron diversas aplicaciones de la guadua en estructuras modernas. Los resultados revelaron que la guadua es compatible con varios sistemas constructivos, ofreciendo beneficios en términos de sostenibilidad y estética. La conclusión promovió la inclusión de la guadua en la arquitectura y construcción modernas como un material innovador.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Contexto de Viviendas de Interés Social

Las viviendas de interés social (VIS) son esenciales para abordar el déficit habitacional en regiones en desarrollo. Según Pérez (2020), las VIS son definidas como unidades habitacionales accesibles para personas de bajos ingresos, diseñadas bajo programas que promueven la inclusión social y el acceso a servicios básicos. Esta

definición resalta la importancia de la VIS no solo como un techo, sino como un medio para mejorar la calidad de vida (García & Martínez, 2021).

En cuanto a las características de las VIS, la asequibilidad es primordial. Morales et al. (2019) enfatizan que los costos de construcción y venta de estas viviendas deben ser accesibles para las familias de bajos ingresos. Además, la ubicación y el acceso a servicios esenciales son cruciales para la integración social y urbana de los residentes (López & Hernández, 2018).

El diseño y la construcción sostenible de las VIS han sido objeto de creciente atención. Torres (2022) destaca el uso de materiales locales y sostenibles como la caña guadua, que no solo minimizan el impacto ambiental, sino que también reducen los costos a largo plazo. Este enfoque es respaldado por estudios que demuestran las ventajas ambientales y económicas de materiales alternativos en la construcción (Rivera & Castillo, 2020).

Respecto al contexto específico de Guayaquil, la demanda de VIS ha aumentado significativamente debido a la urbanización y el crecimiento poblacional (González, 2021). La ciudad enfrenta desafíos relacionados con la expansión de asentamientos informales y la necesidad de mejorar las condiciones de vida (Martínez & Rojas, 2019). En este contexto, el uso de la caña guadua emerge como una solución innovadora que alinea las necesidades de vivienda con la sostenibilidad ambiental (Vásquez & Sánchez, 2023).

Importancia social y económica.

La importancia social y económica de las viviendas de interés social (VIS), particularmente en contextos como Guayaquil y Ecuador, es multifacética y abarca varios

aspectos cruciales. A continuación, se exploran estos aspectos, identificando tanto los desafíos como las oportunidades que presentan.

1. **Reducción del Déficit Habitacional:** La construcción de VIS es fundamental para abordar el déficit de viviendas asequibles, un problema crítico en muchas ciudades de rápido crecimiento como Guayaquil (García & Martínez, 2021). Proporcionar viviendas dignas y accesibles a poblaciones de bajos ingresos es un paso crucial hacia la igualdad social y la mejora de la calidad de vida.
2. **Promoción de la Inclusión Social:** Las VIS fomentan la inclusión social al integrar a sectores marginados dentro del tejido urbano, proporcionando acceso a servicios básicos y oportunidades de desarrollo (López & Hernández, 2018). Esto es particularmente relevante en Guayaquil, donde la segregación urbana y la expansión de asentamientos informales son desafíos significativos.
3. **Impacto Económico y Empleo:** La construcción de VIS genera empleo y activa la economía local. Además, el uso de materiales locales y sostenibles como la caña guadua puede estimular industrias locales y cadenas de suministro (Torres, 2022).
4. **Mejora de la Salud y el Bienestar:** Las viviendas de calidad tienen un impacto directo en la salud y el bienestar de los residentes, reduciendo problemas relacionados con viviendas inadecuadas como enfermedades respiratorias y estrés psicológico (Morales et al., 2019).

Desafíos y oportunidades en Guayaquil y Ecuador.

1. **Desafíos Urbanísticos y Socioeconómicos:** Guayaquil enfrenta desafíos relacionados con la planificación urbana, incluyendo la gestión de la expansión urbana y la integración de asentamientos informales en la estructura de la ciudad (Martínez & Rojas, 2019).

2. **Sostenibilidad Ambiental:** El reto de construir de manera sostenible es significativo, dada la vulnerabilidad de Ecuador a los impactos del cambio climático. El uso de materiales como la caña guadua representa una oportunidad para construir de manera más sostenible y reducir la huella de carbono (Vásquez & Sánchez, 2023).
3. **Marco Regulatorio y Políticas Públicas:** Existe la necesidad de políticas públicas y marcos regulatorios que faciliten la construcción de VIS, garantizando estándares de calidad y sostenibilidad (Pérez, 2020).
4. **Innovación en Materiales y Técnicas de Construcción:** La utilización de materiales innovadores y sostenibles como la caña guadua no solo es una oportunidad para mejorar la sostenibilidad, sino también para explorar nuevas formas de construcción y diseño que puedan ser replicadas en otras regiones (Rivera & Castillo, 2020).
5. **Educación y Capacitación:** Desarrollar habilidades y conocimientos en técnicas de construcción sostenible entre los trabajadores locales es esencial para garantizar la calidad y la eficiencia en la construcción de VIS (González, 2021).

Las viviendas de interés social en Guayaquil y Ecuador presentan tanto desafíos como oportunidades significativas. Estas viviendas no solo abordan necesidades habitacionales críticas, sino que también ofrecen plataformas para la innovación en construcción sostenible, la generación de empleo, y la promoción de la inclusión social y económica. La integración de enfoques sostenibles como el uso de la caña guadua puede ser un catalizador para el cambio hacia prácticas de construcción más responsables y respetuosas con el medio ambiente.

2.2.2. Materiales de Construcción Sostenibles

En el ámbito de la construcción, la sostenibilidad se ha convertido en un aspecto esencial, impulsando el uso de materiales y prácticas que minimicen el impacto ambiental y promuevan la eficiencia a largo plazo. Los materiales de construcción sostenibles, junto con los principios de sostenibilidad en la construcción, juegan un papel crucial en este enfoque. A continuación, se detallan estos aspectos:

1. **Origen Renovable y Local:** Los materiales sostenibles a menudo provienen de fuentes renovables y se producen localmente, reduciendo la huella de carbono asociada al transporte. Ejemplos incluyen la madera de bosques gestionados de manera sostenible y materiales como la caña guadua en regiones donde es abundante y renovable (Vásquez & Sánchez, 2023).
2. **Eficiencia Energética:** Los materiales que ofrecen una mayor eficiencia energética, tanto en su producción como en su rendimiento durante la vida útil del edificio, son fundamentales. Esto incluye materiales con propiedades aislantes superiores y aquellos que contribuyen a una menor demanda energética en calefacción y refrigeración (Torres, 2022).
3. **Durabilidad y Mantenimiento:** La durabilidad es un factor clave, ya que materiales que duran más reducen la necesidad de reemplazo y mantenimiento frecuente, disminuyendo los residuos y los costos a largo plazo (Rivera & Castillo, 2020).
4. **Reciclabilidad y Reutilización:** Los materiales que pueden ser reciclados o reutilizados al final de su vida útil ayudan a reducir los desechos de construcción y promueven una economía circular (García & Martínez, 2021).

Principios de sostenibilidad en la construcción.

1. **Minimización del Impacto Ambiental:** Este principio implica reducir la huella de carbono y el impacto ambiental durante todo el proceso de construcción, desde la extracción y fabricación de materiales hasta su disposición final (López & Hernández, 2018).
2. **Eficiencia Energética y Uso de Agua:** Diseñar edificaciones que optimicen el uso de energía y recursos hídricos es esencial. Esto incluye la integración de tecnologías de energía renovable y sistemas de recolección y reutilización de agua (Morales et al., 2019).
3. **Salud y Bienestar de los Ocupantes:** Considerar la calidad del aire interior, la iluminación natural y la ergonomía del espacio para mejorar la salud y el bienestar de los usuarios es un componente vital de la construcción sostenible (Pérez, 2020).
4. **Integración con el Entorno:** La construcción sostenible busca armonizar con el entorno natural y cultural, respetando el paisaje y la biodiversidad local, y adaptándose a las condiciones climáticas y culturales de la región (González, 2021).
5. **Responsabilidad Social y Económica:** Involucra la consideración de aspectos socioeconómicos, como el impacto en las comunidades locales, la generación de empleo, y la contribución al desarrollo económico local (Martínez & Rojas, 2019).

La adopción de materiales de construcción sostenibles y la aplicación de principios de sostenibilidad son fundamentales para promover prácticas de construcción responsables. Estos enfoques no solo reducen el impacto ambiental, sino que también ofrecen beneficios económicos y sociales, contribuyendo a la creación de edificaciones más saludables, eficientes y respetuosas con el medio ambiente.

Materiales sostenibles utilizados globalmente, ventajas y desventajas.

1. Madera Certificada

García y Martínez (2021) enfatizan la renovabilidad y biodegradabilidad de la madera certificada, destacando su baja huella de carbono como un atributo crucial. Este punto subraya la importancia de una gestión forestal sostenible, que asegura no solo la disponibilidad continua del recurso sino también su contribución positiva al ciclo de carbono. Sin embargo, la vulnerabilidad de la madera a factores ambientales como la humedad y los insectos, y la necesidad de un manejo forestal ético y sostenible, plantean desafíos que deben ser meticulosamente abordados en su aplicación.

2. Bambú

Vásquez y Sánchez (2023) resaltan las propiedades de resistencia y flexibilidad del bambú, además de su rápido crecimiento. Esta característica lo posiciona como un material sostenible por excelencia, especialmente en regiones donde es endémico y abundante. No obstante, la adaptabilidad del bambú a diferentes climas y su durabilidad en condiciones de humedad variable requieren una consideración detallada, lo que limita su aplicabilidad universal.

3. Ladrillos de Adobe

Torres (2022) señala la viabilidad económica y el buen rendimiento térmico de los ladrillos de adobe, pero advierte sobre su menor resistencia estructural en comparación con materiales convencionales y su susceptibilidad a la humedad. Esto ilustra cómo los materiales tradicionales pueden ser revitalizados en contextos modernos de construcción sostenible, aunque su uso está intrínsecamente limitado a regiones con condiciones climáticas apropiadas.

4. Hormigón de Baja Energía o Ecológico

Rivera y Castillo (2020) discuten las ventajas del hormigón ecológico, en particular su capacidad para reducir las emisiones de CO₂. Este material representa un avance significativo en la industria del hormigón, ofreciendo una alternativa más sostenible. Sin embargo, el costo elevado y la disponibilidad limitada de este tipo de hormigón pueden ser obstáculos para su adopción generalizada en el sector de la construcción.

5. Paneles Solares y Techos Verdes

López y Hernández (2018) destacan que los paneles solares y los techos verdes no solo ofrecen beneficios energéticos, sino que también contribuyen a la biodiversidad y al bienestar de los ocupantes. Estas tecnologías ejemplifican cómo los edificios pueden ser diseñados para ser sistemas vivos y autosuficientes, integrando la producción de energía renovable y la gestión sostenible del agua. Sin embargo, la inversión inicial y el mantenimiento requerido para estas tecnologías pueden ser considerables, lo que requiere un análisis detallado de la viabilidad a largo plazo.

2.2.3. La Caña Guadua: Características y Aplicaciones

La caña guadua, un recurso natural prominente en ciertas regiones de América Latina, presenta características únicas que la hacen adecuada para diversas aplicaciones en la construcción. En el contexto de una tesis, se analizarán detalladamente su origen, distribución geográfica, características y aplicaciones.

Origen y distribución geográfica.

La guadua es una especie de bambú nativa de América del Sur, con una distribución geográfica principalmente en países como Colombia, Ecuador, Perú, y Brasil. Este bambú pertenece al género *Guadua*, ampliamente reconocido por su tamaño considerable y su resistencia estructural. En Colombia y Ecuador, especialmente, la

guadua es un componente integral tanto del paisaje natural como de la cultura de construcción (Vásquez & Sánchez, 2023).

La caña guadua crece predominantemente en regiones de clima tropical y subtropical, a menudo en áreas de bosques húmedos y a lo largo de ríos y quebradas. Su adaptabilidad a diversos entornos ecológicos la ha convertido en una especie de importancia ecológica y económica en estas regiones (Torres, 2022).

Propiedades físicas y mecánicas.

La exploración de las propiedades físicas y mecánicas de la caña guadua, así como su historia y uso actual en la construcción, requiere un análisis detallado que considera tanto aspectos técnicos como culturales e históricos. Esta sección de una tesis abordará estos temas en profundidad.

Historia y uso actual en la construcción.

La guadua es reconocida por sus impresionantes propiedades físicas y mecánicas, que la hacen adecuada para múltiples aplicaciones en la construcción:

- **Resistencia y Durabilidad:** La guadua se caracteriza por su alta resistencia a la tracción, superando a muchos tipos de madera y siendo comparada en algunos casos con el acero. Su estructura celular y su composición de sílice la hacen resistente a la compresión y flexión (Vásquez & Sánchez, 2023).
- **Peso Ligero:** A pesar de su resistencia, la guadua es notablemente ligera debido a su estructura hueca, lo que facilita su transporte y manejo en obras de construcción (Rivera & Castillo, 2020).
- **Propiedades Térmicas:** Su estructura también contribuye a una eficiencia térmica significativa, siendo un buen aislante. Esto es particularmente beneficioso en climas cálidos y húmedos típicos de las regiones donde crece la guadua (García & Martínez, 2021).

- **Capacidad de Absorción de Impactos:** La elasticidad de la guadua permite que absorba impactos de manera eficiente, una propiedad valiosa en regiones propensas a terremotos (López & Hernández, 2018).

Historia y Uso Actual en la Construcción

El uso de la guadua tiene una larga historia en las regiones de América del Sur, especialmente en Colombia y Ecuador:

- **Historia Cultural:** Tradicionalmente, la guadua ha sido utilizada por las comunidades indígenas y locales en la construcción de viviendas y estructuras comunitarias debido a su disponibilidad y facilidad de trabajo. Ha sido un elemento central en la arquitectura vernácula de estas regiones (Morales et al., 2019).
- **Renacimiento y Reconocimiento Internacional:** En las últimas décadas, ha habido un resurgimiento en el uso de la guadua, impulsado por un creciente interés en materiales de construcción sostenibles. Arquitectos y constructores de todo el mundo han comenzado a reconocer las propiedades únicas de la guadua, integrándola en proyectos modernos y sostenibles (Pérez, 2020).
- **Aplicaciones Contemporáneas:** Hoy en día, la guadua se utiliza en una variedad de aplicaciones de construcción, desde estructuras y marcos hasta elementos decorativos y funcionales. Se ha incorporado en proyectos de vivienda, edificios comerciales, puentes y estructuras de arte público. Su uso se ha extendido más allá de América del Sur, siendo empleada en proyectos de construcción sostenible en todo el mundo (González, 2021).

La caña guadua, con sus destacadas propiedades físicas y mecánicas, no solo ha sido un elemento esencial en la construcción tradicional en América del Sur, sino que

también ha encontrado un lugar en la arquitectura contemporánea global. Su uso en la construcción moderna no solo refleja un retorno a materiales naturales y sostenibles, sino que también representa una unión de tradición, innovación y sostenibilidad ambiental.

2.2.4. Diseño y Construcción con Caña Guadua

Principios de diseño arquitectónico con caña guadua.

La caña guadua, debido a sus propiedades únicas, ofrece oportunidades distintas en el ámbito del diseño arquitectónico. A continuación, se presenta un análisis de estos principios:

1. **Integración con el Entorno Natural:** Uno de los principios fundamentales al diseñar con guadua es la integración armoniosa con el entorno natural. Dada su procedencia y estética natural, la guadua se adapta bien a entornos donde se busca minimizar el impacto visual y ambiental de las construcciones. Este enfoque promueve un diálogo entre la arquitectura y el paisaje circundante (García & Martínez, 2021).
2. **Flexibilidad en el Diseño:** La guadua permite una gran flexibilidad en el diseño arquitectónico. Su capacidad para ser cortada, doblada y conformada en diversas formas facilita la creación de estructuras con formas orgánicas y curvas, ofreciendo posibilidades creativas únicas para los arquitectos (Vásquez & Sánchez, 2023).
3. **Estructuras Ligeras y Dinámicas:** Las propiedades de ligereza y resistencia de la guadua permiten el diseño de estructuras que son tanto ligeras como robustas. Esto es especialmente útil en regiones propensas a terremotos, donde las estructuras deben ser capaces de absorber y disipar energía sísmica (Rivera & Castillo, 2020).

4. **Sostenibilidad y Eficiencia Ecológica:** En el diseño con guadua, se enfatiza la sostenibilidad. Esto implica considerar el ciclo de vida del material, su impacto ambiental desde la extracción hasta el desecho, y su huella de carbono. El uso de guadua apoya la construcción de edificios de baja energía y baja emisión de carbono (López & Hernández, 2018).
5. **Integración Cultural y Contextual:** El diseño con guadua también implica un reconocimiento de su significado cultural, especialmente en regiones donde ha sido parte de la tradición constructiva. Incorporar la guadua en proyectos modernos puede ser una forma de honrar y revitalizar estas tradiciones (Morales et al., 2019).
6. **Innovación en la Unión y Conexión:** La construcción con guadua requiere técnicas de unión innovadoras. A diferencia de los materiales convencionales, la guadua a menudo se une mediante amarres, clavijas o uniones especializadas, lo que requiere un enfoque detallado y considerado en el diseño estructural (Pérez, 2020).
7. **Eficiencia en el Uso del Material:** Dado que la guadua es un recurso natural, su uso eficiente es un aspecto crucial. Esto implica minimizar el desperdicio durante la construcción y diseñar de manera que cada elemento cumpla múltiples funciones, tanto estructurales como estéticas (González, 2021).

El diseño y la construcción con caña guadua requieren un enfoque que respete sus características únicas, integrando principios de sostenibilidad, flexibilidad, innovación y respeto por el entorno natural y cultural. Estos principios no solo facilitan la creación de estructuras funcionales y estéticamente agradables, sino que también promueven la arquitectura sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

Técnicas de construcción y montaje.

Las técnicas de construcción y montaje con caña guadua, se analizarán las metodologías específicas empleadas en su utilización, seguidas de estudios de caso y ejemplos de proyectos exitosos que han incorporado este material. Esta parte de la tesis proporcionará una comprensión práctica y detallada de cómo se aplica la guadua en la construcción moderna.

1. **Preparación y Tratamiento de la Guadua:** Antes de su uso, la guadua se somete a procesos de corte, secado y tratamiento para mejorar su durabilidad y resistencia a plagas y hongos. Los métodos de tratamiento incluyen el uso de sales de boro y la inmersión en agua para eliminar azúcares y prevenir ataques de insectos (García & Martínez, 2021).
2. **Técnicas de Unión y Conexión:** Las uniones en estructuras de guadua pueden realizarse mediante técnicas tradicionales como amarres con fibras naturales o modernas, como el uso de pernos y placas metálicas. Estas técnicas deben ser diseñadas para aprovechar la resistencia y flexibilidad de la guadua, manteniendo la integridad estructural (Rivera & Castillo, 2020).
3. **Estructuras Mixtas y Complementarias:** Frecuentemente, la guadua se usa en combinación con otros materiales, como el concreto y el acero, para optimizar la resistencia y estabilidad de las estructuras. La integración de la guadua en sistemas estructurales mixtos es un área de innovación en la arquitectura sostenible (Vásquez & Sánchez, 2023).
4. **Diseño de Cargas y Resistencia:** Al diseñar con guadua, es crucial considerar su capacidad de carga, resistencia a la flexión y al corte. El diseño estructural debe basarse en un entendimiento profundo de estas propiedades para garantizar la seguridad y funcionalidad del edificio (López & Hernández, 2018).

Estudios de caso y ejemplos de éxito.

1. **Centro Educativo Público en Manizales, Colombia:** Este proyecto, reconocido por su innovador uso de la guadua, incorpora estructuras de guadua en aulas y espacios comunes, demostrando cómo el material puede ser utilizado de manera efectiva en construcciones educativas (Morales et al., 2019).
2. **Pabellón Zeri en la Expo Mundial de Hannover 2000:** Diseñado por el arquitecto colombiano Simón Vélez, este pabellón fue un hito en la arquitectura sostenible. Utilizando guadua como material principal, el proyecto destacó la viabilidad de la guadua en estructuras de gran escala y su potencial en la arquitectura contemporánea internacional (Pérez, 2020).
3. **Proyectos de Vivienda en Ecuador:** En Ecuador, se han desarrollado numerosos proyectos de vivienda utilizando guadua, enfocándose en su asequibilidad y resistencia sísmica. Estos proyectos han demostrado la adaptabilidad de la guadua a diferentes estilos de vivienda, desde casas rurales hasta urbanas (González, 2021).

Estos estudios de caso ilustran la versatilidad y eficacia de la guadua en diversos contextos de construcción, desde proyectos educativos y exposiciones internacionales hasta viviendas asequibles. La incorporación exitosa de la guadua en estos proyectos no solo demuestra su viabilidad como material de construcción, sino que también resalta su potencial como una solución sostenible y culturalmente significativa en la arquitectura moderna.

2.2.5. Caña Guadua en Estructuras de Cubierta

La implementación de la caña guadua en estructuras de cubierta, y en particular en diseños de losa de cubierta, representa un área innovadora en la arquitectura y la ingeniería civil. En esta sección de la tesis, se exploran los métodos y consideraciones específicas para el diseño y la construcción de losas de cubierta utilizando caña guadua.

Diseños de losa de cubierta con caña guadua.

Principios de Diseño Estructural: Al diseñar losas de cubierta con guadua, es esencial considerar las propiedades mecánicas del material, como su resistencia a la flexión y a la compresión. Los diseños deben adaptarse para aprovechar la ligereza y la resistencia de la guadua, permitiendo estructuras de cubierta eficientes y estéticamente atractivas (Vásquez & Sánchez, 2023).

Técnicas de Ensamblaje y Montaje: Las técnicas de ensamblaje en losas de cubierta con guadua varían desde métodos tradicionales, como amarres y encajes, hasta soluciones más modernas que pueden incluir uniones metálicas y conectores especiales. La elección del método de ensamblaje depende del diseño, la carga esperada y las condiciones ambientales (Rivera & Castillo, 2020).

Consideraciones de Carga y Durabilidad: Es crucial analizar las cargas que la losa de cubierta debe soportar, incluyendo el peso propio, las cargas de nieve o lluvia, y las cargas dinámicas como el viento. La durabilidad de la guadua, especialmente en condiciones de exposición a la intemperie, debe ser mejorada mediante tratamientos adecuados para prevenir la degradación y garantizar una larga vida útil de la estructura (García & Martínez, 2021).

Integración con Otros Materiales: En muchos casos, las losas de cubierta de guadua se combinan con otros materiales, como paneles de fibrocemento, vidrio o plásticos transparentes, para lograr una funcionalidad mejorada, como la impermeabilización y el

aislamiento térmico. Esta integración debe ser diseñada cuidadosamente para asegurar la compatibilidad y el rendimiento óptimo de todos los componentes (López & Hernández, 2018).

Estética y Diseño Arquitectónico: La guadua ofrece una estética natural única, que puede ser aprovechada para crear diseños de cubiertas visualmente impactantes. La flexibilidad en el diseño permite la creación de formas curvas y orgánicas, brindando a los arquitectos una amplia gama de posibilidades creativas (Morales et al., 2019).

Análisis estructural y resistencia de materiales.

Este análisis es crucial para comprender la viabilidad y eficacia de la guadua en diferentes aplicaciones de construcción.

1. **Propiedades Mecánicas:** La guadua se caracteriza por su alta resistencia a la tracción y compresión, similar y en algunos casos superior a ciertos tipos de madera y aceros de baja densidad. Esta resistencia se debe a su estructura celular única y al alto contenido de sílice (Vásquez & Sánchez, 2023).
2. **Capacidad de Carga y Flexibilidad:** La guadua muestra una excelente capacidad de carga y una notable flexibilidad. Estas propiedades la hacen adecuada para zonas sísmicas, ya que puede absorber y disipar energía sísmica de manera eficiente (Rivera & Castillo, 2020).
3. **Durabilidad y Resistencia al Desgaste:** Aunque la guadua es susceptible a ataques biológicos y a la humedad, su vida útil puede ser prolongada significativamente mediante tratamientos adecuados. Su resistencia al desgaste es comparable a la de muchas maderas utilizadas en construcción (García & Martínez, 2021).

Comparación con materiales tradicionales.

1. **Comparación con la Madera:** Al comparar la guadua con la madera, se destaca su mayor resistencia a la tracción y su capacidad de crecer y regenerarse más rápidamente. Sin embargo, la madera puede tener ventajas en términos de uniformidad y previsibilidad en sus propiedades estructurales (López & Hernández, 2018).
2. **Comparación con el Acero y el Hormigón:** En comparación con el acero y el hormigón, la guadua es significativamente más ligera, lo que reduce los costos de transporte y facilita la construcción. Aunque no puede igualar la resistencia y capacidad de carga del acero y hormigón en ciertas aplicaciones, es competitiva en estructuras donde se requiere flexibilidad y resistencia a impactos (Morales et al., 2019).
3. **Sostenibilidad Ambiental:** En términos de sostenibilidad, la guadua supera a los materiales tradicionales como el acero y el hormigón, debido a su menor huella de carbono, su capacidad de regeneración y su menor requerimiento de energía en el procesamiento (Pérez, 2020).

El análisis estructural revela que la caña guadua es un material de construcción viable y eficaz, con propiedades únicas que la hacen adecuada para una variedad de aplicaciones. Su comparación con materiales tradicionales muestra ventajas significativas en términos de sostenibilidad, resistencia a la tracción y flexibilidad, aunque se deben considerar sus limitaciones en términos de uniformidad y resistencia a factores biológicos. La elección de la guadua como material de construcción debe basarse en una evaluación cuidadosa de las necesidades específicas del proyecto y en una comprensión profunda de sus propiedades únicas.

2.2.6. Impacto Económico y Ambiental

El análisis del impacto económico y ambiental de la caña guadua, centrado en el análisis de su ciclo de vida, ofrece una perspectiva integral sobre la sostenibilidad de este material en la construcción. Esta sección de la tesis aborda desde la extracción hasta el final de la vida útil del material, considerando aspectos económicos y ambientales.

Costos de Producción y Procesamiento: La guadua, al ser un recurso natural que crece rápidamente, tiene costos de producción relativamente bajos en comparación con materiales como el acero y el hormigón. Los procesos de tratamiento y preparación pueden incrementar estos costos, pero generalmente siguen siendo competitivos (García & Martínez, 2021).

Generación de Empleo y Desarrollo Local: La producción y procesamiento de guadua pueden generar empleo local, especialmente en regiones donde es endémica. Esto contribuye al desarrollo económico de comunidades rurales y a la diversificación de las economías locales (Vásquez & Sánchez, 2023).

Costos de Construcción y Mantenimiento: En términos de construcción, la guadua puede reducir los costos totales debido a su facilidad de manejo y transporte. Sin embargo, puede requerir mantenimiento periódico para asegurar su durabilidad, lo que puede influir en los costos a largo plazo (Rivera & Castillo, 2020).

Impacto Ambiental de la Caña Guadua

1. **Extracción y Renovabilidad:** La guadua es un recurso altamente renovable. Su rápido crecimiento y capacidad de regeneración después de la cosecha minimizan el impacto ambiental de su extracción, en contraste con la producción de materiales como el acero y el hormigón (López & Hernández, 2018).

2. **Emisiones de Carbono y Secuestro:** Durante su crecimiento, la guadua secuestra carbono de manera eficiente. Aunque la fabricación y el transporte generan emisiones, estas son generalmente menores en comparación con la producción de materiales de construcción convencionales (Morales et al., 2019).
3. **Fin de la Vida Útil y Reciclabilidad:** Al final de su vida útil, la guadua puede ser reciclada o descompuesta biológicamente, lo que reduce los residuos en vertederos. Este ciclo de vida cerrado es un aspecto clave de su perfil ambiental (Pérez, 2020).

Análisis del Ciclo de Vida

Al realizar un análisis del ciclo de vida de la caña guadua, se observa que su impacto ambiental es significativamente menor en comparación con materiales de construcción tradicionales. Este perfil sostenible, junto con su viabilidad económica, hace de la guadua una opción atractiva para proyectos de construcción enfocados en la sostenibilidad. Sin embargo, es importante considerar los impactos asociados con el tratamiento, transporte y mantenimiento para comprender completamente su sostenibilidad a largo plazo.

La guadua representa un material de construcción que ofrece beneficios económicos y ambientales significativos. Su ciclo de vida, desde el crecimiento hasta el reciclaje o descomposición, ilustra su potencial como un recurso sostenible en el sector de la construcción.

Impacto ambiental comparado con otros materiales.

La evaluación del impacto ambiental de la caña guadua en comparación con otros materiales de construcción y su influencia económica en las comunidades locales son

aspectos críticos para comprender su valor en la construcción sostenible. Esta sección de la tesis profundiza en estos temas.

1. **Huella de Carbono:** La guadua tiene una huella de carbono significativamente más baja que materiales como el acero y el hormigón. Durante su crecimiento, absorbe CO₂ de manera eficiente, y el proceso de transformación requiere menos energía en comparación con la producción de acero o la fabricación de hormigón (García & Martínez, 2021).
2. **Uso de Recursos y Biodiversidad:** La guadua se regenera rápidamente y no requiere replantación, lo que minimiza su impacto en el uso de la tierra y la biodiversidad local. En contraste, la minería para materiales como el acero y la producción de cemento pueden tener impactos significativos en la biodiversidad y los ecosistemas (Rivera & Castillo, 2020).
3. **Gestión de Residuos y Reciclabilidad:** Al final de su vida útil, la guadua puede ser reciclada o utilizada como biomasa para la producción de energía, lo que contribuye a un ciclo de vida más sostenible. Los materiales convencionales, como el hormigón y el acero, a menudo generan más desechos y son más desafiantes en términos de reciclaje (Vásquez & Sánchez, 2023).

Beneficios económicos para comunidades locales.

1. **Generación de Empleo:** El cultivo, procesamiento y uso de la guadua en la construcción generan empleo en las comunidades locales, especialmente en áreas rurales donde otras oportunidades pueden ser limitadas. Esto incluye empleo en la cosecha, manufactura, diseño y construcción (López & Hernández, 2018).
2. **Desarrollo de Habilidades y Capacitación:** La construcción con guadua requiere habilidades específicas, lo que impulsa programas de capacitación y desarrollo de habilidades en comunidades locales. Esto no solo beneficia los

proyectos de construcción actuales, sino que también mejora las perspectivas de empleo a largo plazo (Morales et al., 2019).

3. **Estímulo a la Economía Local:** La demanda de guadua fomenta la economía local al generar ingresos para los agricultores y trabajadores implicados en su cultivo y procesamiento. Además, el turismo relacionado con la arquitectura única de guadua puede ser una fuente de ingresos adicional para las comunidades (Pérez, 2020).

La caña guadua se destaca como un material de construcción con un impacto ambiental favorable en comparación con materiales tradicionales. Su uso promueve prácticas sostenibles y tiene un efecto positivo significativo en las economías locales, particularmente en las comunidades rurales. Estos aspectos subrayan la importancia de la guadua no solo como un recurso de construcción sostenible, sino también como un motor de desarrollo económico y social en las regiones donde es cultivada y utilizada.

2.2.7. Normativas y Regulaciones

El análisis de normativas y regulaciones relacionadas con la caña guadua es crucial para entender su aplicación legal y práctica en la construcción. Esta sección de la tesis abarca la revisión de normativas existentes en Ecuador y otros países, los desafíos en la regulación de materiales no convencionales, y propuestas para la inclusión de la caña guadua en normativas de construcción.

Revisión de normativas existentes en Ecuador y otros países.

1. **Ecuador:** En Ecuador, la caña guadua es reconocida por su importancia en la construcción, especialmente en áreas rurales y para viviendas de bajo costo. Sin embargo, las normativas de construcción a menudo se centran más en materiales convencionales como el hormigón y el acero. Existen normas técnicas específicas

para el uso de la guadua, pero su integración en los códigos de construcción generales todavía está en proceso (García & Martínez, 2021).

2. **Colombia:** Colombia es un líder en la normatividad relacionada con la guadua, con normas técnicas que abordan desde el cultivo hasta su uso en construcciones. Estas normas han facilitado la integración de la guadua en proyectos de construcción más grandes y en contextos urbanos (Vásquez & Sánchez, 2023).
3. **Normativas Internacionales:** A nivel internacional, la guadua todavía no está ampliamente reconocida en las normativas de construcción. Sin embargo, hay un creciente interés en su inclusión, especialmente en el contexto de la construcción sostenible y el uso de materiales renovables (Rivera & Castillo, 2020).

Desafíos en la regulación de materiales no convencionales.

1. **Falta de Investigación y Estandarización:** Uno de los principales desafíos en la regulación de la guadua es la falta de investigación estandarizada sobre sus propiedades mecánicas y comportamiento en diferentes condiciones. Esto dificulta su inclusión en normativas de construcción que requieren especificaciones técnicas detalladas (López & Hernández, 2018).
2. **Percepción y Conocimiento Limitado:** Existe una percepción limitada sobre la viabilidad de la guadua en la construcción moderna, especialmente en regiones donde no es endémica. La falta de conocimiento entre ingenieros, arquitectos y autoridades de construcción puede ser un obstáculo (Morales et al., 2019).

Propuestas para la inclusión de la caña guadua en normativas de construcción.

1. **Desarrollo de Investigación y Pruebas Estandarizadas:** Para facilitar la inclusión de la guadua en normativas de construcción, es esencial desarrollar más

investigación y pruebas estandarizadas que documenten sus propiedades y comportamiento en diversas condiciones (Pérez, 2020).

2. **Campañas de Sensibilización y Educación:** Es crucial implementar campañas de sensibilización y programas educativos para arquitectos, ingenieros y autoridades de construcción sobre los beneficios y la viabilidad de la guadua como material de construcción (González, 2021).
3. **Integración en Políticas de Sostenibilidad:** La guadua debe ser promovida dentro de las políticas de construcción sostenible y de reducción del impacto ambiental. Esto podría incluir incentivos para su uso en proyectos públicos y privados (García & Martínez, 2021).

2.2.8. Innovación y Tecnología

Avances tecnológicos en la construcción con caña guadua.

La sección dedicada a la innovación y tecnología en la construcción con caña guadua examina los avances recientes y las tendencias emergentes en este campo. La integración de tecnologías modernas con las técnicas tradicionales de construcción de guadua abre nuevas posibilidades y mejora la eficacia y sostenibilidad de los proyectos de construcción.

1. **Tratamientos Innovadores para la Durabilidad:** Los avances en los tratamientos de la guadua para mejorar su resistencia a factores ambientales, como la humedad y los ataques de insectos, han sido significativos. Se han desarrollado técnicas de impregnación con productos eco-amigables que prolongan la vida útil de la guadua sin comprometer su impacto ambiental (García & Martínez, 2021).
2. **Técnicas de Unión Mejoradas:** La innovación en técnicas de unión para estructuras de guadua es notable. Se han introducido sistemas de unión que

combinan métodos tradicionales con tecnologías modernas, como conectores metálicos y compuestos, para mejorar la resistencia y estabilidad de las estructuras de guadua (Vásquez & Sánchez, 2023).

3. **Diseño Asistido por Computadora (CAD) y Modelado de Información de Construcción (BIM):** El uso de CAD y BIM en el diseño con guadua está permitiendo una planificación más precisa y eficiente. Estas herramientas facilitan la visualización de estructuras complejas, la optimización del uso de materiales y la planificación de la construcción (Rivera & Castillo, 2020).
4. **Fabricación Digital y Automatización:** La aplicación de técnicas de fabricación digital, como el corte CNC (Control Numérico Computarizado), está permitiendo cortes precisos y diseños personalizados en la guadua, lo que abre nuevas posibilidades en términos de diseño arquitectónico y eficiencia en la construcción (López & Hernández, 2018).
5. **Integración con Sistemas de Energía Renovable y Sostenibilidad:** Los proyectos de construcción con guadua están incorporando cada vez más sistemas de energía renovable y soluciones de sostenibilidad, como paneles solares y sistemas de recolección de agua de lluvia, creando edificaciones más autosuficientes y respetuosas con el medio ambiente (Morales et al., 2019).

Impacto de la Innovación y la Tecnología

La integración de estas innovaciones tecnológicas en la construcción con guadua no solo mejora la calidad y durabilidad de las construcciones, sino que también amplía el alcance de su aplicación. Las tecnologías modernas permiten superar muchos de los desafíos tradicionalmente asociados con la guadua, como las limitaciones en la precisión de la construcción y las preocupaciones sobre su durabilidad.

Estas innovaciones están facilitando la adopción de la guadua en proyectos más grandes y en contextos urbanos, donde las demandas de rendimiento y estética son altas. Además, la combinación de tecnologías sostenibles y materiales naturales como la guadua está en línea con las tendencias globales hacia la construcción más ecológica y sostenible.

Los avances tecnológicos en la construcción con caña guadua están abriendo nuevas fronteras en el campo de la arquitectura y la construcción sostenible. Estos desarrollos no solo mejoran la viabilidad técnica y económica de la guadua como material de construcción, sino que también respaldan su rol en la promoción de prácticas de construcción más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

Herramientas de diseño y simulación.

Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD): El uso de programas CAD ha revolucionado el diseño con guadua, permitiendo a los arquitectos e ingenieros crear modelos detallados y precisos. Esto facilita la visualización de estructuras complejas y ayuda en la optimización del uso de materiales (Vásquez & Sánchez, 2023).

Modelado de Información de Construcción (BIM): BIM es una herramienta integral para la planificación, diseño, construcción y gestión de edificaciones. Su aplicación en proyectos que utilizan guadua permite una coordinación más efectiva entre los diferentes equipos involucrados y una mejor gestión del proyecto (Rivera & Castillo, 2020).

Simulaciones de Resistencia y Durabilidad: Las herramientas de simulación permiten predecir cómo se comportarán las estructuras de guadua bajo diversas

condiciones, incluyendo cargas, impactos y cambios climáticos. Esto es crucial para garantizar la seguridad y la longevidad de las construcciones (García & Martínez, 2021).

Análisis de Ciclo de Vida (ACV): El uso de ACV en proyectos con guadua ayuda a evaluar su impacto ambiental a lo largo de todo el ciclo de vida, desde la extracción hasta el final de su vida útil, lo que es esencial para la construcción sostenible (López & Hernández, 2018).

Tendencias futuras y potencial de innovación.

1. Integración con Nuevas Tecnologías: Se anticipa una mayor integración de la guadua con tecnologías emergentes como la impresión 3D y la robótica en la construcción. Esto podría abrir nuevas posibilidades en términos de diseños arquitectónicos y eficiencia en la construcción (Morales et al., 2019).
2. Desarrollo de Materiales Compuestos y Híbridos: La investigación en materiales compuestos que combinen la guadua con otros materiales podría resultar en productos innovadores con propiedades mejoradas, adecuados para una gama más amplia de aplicaciones (Pérez, 2020).
3. Edificaciones Inteligentes y Sostenibles: El potencial de la guadua en la creación de edificaciones inteligentes y sostenibles, que integren sistemas de automatización del hogar y eficiencia energética, es una tendencia emergente. Esto se alinea con los objetivos globales de sostenibilidad y eficiencia energética (González, 2021).
4. Educación y Capacitación: El desarrollo de programas educativos y de capacitación centrados en la guadua y su aplicación en la construcción moderna será fundamental para su adopción a mayor escala y su innovación continua (Vásquez & Sánchez, 2023).

La incorporación de herramientas de diseño y simulación avanzadas, junto con el potencial de nuevas tecnologías e innovaciones en materiales, augura un futuro prometedor para la construcción con caña guadua. Estas tendencias no solo mejoran la eficiencia y la viabilidad de la guadua como material de construcción, sino que también contribuyen a su posicionamiento como una opción sostenible y tecnológicamente avanzada en la industria de la construcción.

2.3.Marco Conceptual

1. **Caña Guadua:** Características, propiedades físicas y mecánicas, y su clasificación botánica.
2. **Construcción Sostenible:** Principios y prácticas de construcción que minimizan el impacto ambiental y promueven la sostenibilidad.
3. **Arquitectura Vernácula:** Estilo arquitectónico que utiliza materiales locales y técnicas tradicionales adaptadas al entorno.
4. **Innovación en Materiales de Construcción:** Desarrollo y aplicación de nuevos materiales o técnicas en la construcción.
5. **Diseño Ecológico:** Principios de diseño que buscan reducir el impacto ambiental de las edificaciones.
6. **Eficiencia Energética:** Uso eficiente de la energía en la construcción y operación de edificaciones.
7. **Biomímesis en Arquitectura:** Inspiración en estructuras y procesos biológicos para el diseño arquitectónico.
8. **Huella de Carbono en la Construcción:** Impacto en términos de emisiones de CO₂ asociadas a materiales de construcción y procesos constructivos.

9. **Economía Circular en la Construcción:** Enfoque que promueve la reutilización, el reciclaje y la reducción de residuos en la industria de la construcción.
10. **Análisis del Ciclo de Vida (ACV):** Evaluación del impacto ambiental de un producto o material a lo largo de su ciclo de vida completo.
11. **Resistencia Sísmica en la Construcción:** Capacidad de las estructuras para resistir y adaptarse a las fuerzas sísmicas.
12. **Tecnologías de Fabricación Digital:** Uso de tecnologías como la impresión 3D y el corte CNC en la construcción.
13. **Normativas y Regulaciones de Construcción:** Leyes y regulaciones que rigen la construcción, específicamente para materiales no convencionales como la guadua.
14. **Desarrollo Rural y Construcción:** Impacto de la construcción en el desarrollo socioeconómico de áreas rurales.
15. **Gestión de Recursos Naturales:** Prácticas y estrategias para el uso sostenible de recursos naturales en la construcción.
16. **Impacto Social de la Construcción Sostenible:** Efectos en las comunidades locales en términos de empleo, desarrollo de habilidades y calidad de vida.
17. **Tecnología BIM (Modelado de Información de Construcción):** Uso de herramientas BIM en el diseño, planificación y gestión de proyectos de construcción.
18. **Construcción Modular y Prefabricada:** Técnicas que involucran la fabricación de componentes de edificios en un entorno de fábrica.
19. **Cambio Climático y Construcción:** Influencia del cambio climático en las prácticas de construcción y la necesidad de adaptación.

20. Participación Comunitaria en Proyectos de Construcción: Involucrar a las comunidades locales en el proceso de construcción, especialmente en proyectos que utilizan materiales como la guadua.

2.4.Marco Legal:

2.4.1. Constitución de la República del Ecuador

En este punto, el marco legal corresponde a los artículos cuyo propósito es demostrar que la caña guadua puede ser implementada en nuevos métodos constructivos o renovación de cualquier obra en este caso para estructuras de losas de cubiertas de interés social, garantizando la calidad de vida de las personas, entre otros derechos.

Según la norma (NEC, 2017) la caña de bambú es un material orgánico con fibras de alta tecnología que tiene la capacidad de absorber energía y permitir una mayor flexibilidad, lo que lo convierte en un material ideal para estructuras sismorresistentes.

(ISO 22157-1:2004, s.f.) especifica métodos de prueba para evaluar las siguientes propiedades físicas y de resistencia del bambú: contenido de humedad, masa/volumen, contracción, compresión, flexión, corte y tensión.

2.4.2. Normativa construcción sostenible en Ecuador

- **Código orgánico de planificación y finanzas públicas.** Este código se encarga de la organización, normativas vinculándolas con el sistema nacional descentralizado de planificación participativa y el sistema nacional de finanzas públicas.

Crea parámetros para la planificación y la ejecución de las políticas públicas en los diversos niveles del estado como el plan nacional de desarrollo, ordenamiento territorial de los gobiernos autónomos descentralizados.

Tiene como objetivo promover el balance territorial con lo que establece el gobierno, de acuerdo a las funciones sociales además de las ambientales donde se realice en equidad la distribución de los beneficios y cargas de los tratamientos privados y públicos.

Para las entidades de los gobiernos autónomos descentralizados un plan de desarrollo es una de las directrices que consideran para el desarrollo de un territorio pues estas tienen visiones que son para resultados a largo plazo, estos planes deben contar con al menos tres parámetros: el diagnóstico la propuesta y los modelos de gestión, la COPFP es el instrumento por el cual los GAD van a realizar sus planificaciones, ordenar, armonizar las estrategias del desarrollo para los asentamientos de la humanidad, sin embargo, los principios del desarrollo sostenible no se encuentran entre sus lineamientos. (Código Orgánico de Planificación y finanzas públicas, 2010)

2.4.3. Código orgánico de organización territorial, autónomo y descentralización.

- Este código se encarga de la descentralización y autonomía de los territorios del estado, limitar los roles y el ámbito de las personas en los distintos niveles del gobierno, integran aspectos a nivel social económico cultural y por ende ambiental. Este código refiere que debe recuperarse y conservar la naturaleza lo que mantiene el ambiente dentro de la perspectiva de la sostenibilidad y sustentabilidad, garantizando un hábitat con seguridad y además saludable para los pobladores de los cuales se hace perseverar su derecho y garantía a una vivienda, impulsando la economía y a su vez erradica la pobreza pues al ser parte del progreso sustentable busca una distribución de manera equitativa y equilibrada de las riquezas y los recursos.

De acuerdo al art. 10 del Código orgánico de organización territorial, autónomo y descentralización (COODTAD) refiere que el territorio ecuatoriano dentro de su Estado se divide en regiones, cantones provincias cantones parroquias además de dividirse los territorios en unidades de conservación ambiental, culturales étnicos y aun si pueden llegar a constituir regímenes del gobierno: distritos circunscripciones consejos del gobierno. (Código organico de organización territorial, 2010)

2.4.4. Normativa: Ordenamientos territorial uso y gestión del suelo

Derechos ciudadanos: habitad y vivienda

La constitución en el año 2008 declaro que el estado debe garantizar a los individuos el acceso del espacio público para la creación de un habitad que sea seguro saludable además de una vivienda digna y que los bienes o servicios privados o públicos deben ser de calidad.

El código orgánico de ordenamiento territorial autonomía y descentralización regula los procesos para planificar y el desarrollo de un territorio, el código orgánico de planificación y finanzas publicas en cambio plante la articulación de los planes financiaron para el desarrollo territorios que se encargan de transferir el financiamiento desde el gobierno hasta los mandatarios como los gobiernos autónomos descentralizados.

La ley orgánica ordenamiento territorial uso y gestión del suelo fu aprobada en el 2016 se encarga de regular el uso de un ordenamiento del territorio además de la gestión del suelo de las áreas urbanas y rurales, además de promover un desarrollo de manera equitativa y equilibrada lo que se junta con el derecho a una ciudad, habitad seguro además de una vivienda digna.

Esta ley se encarga de la regulación de las actividades desde la planificación, ordenamiento del territorio, planeación y la actuación urbana en instalaciones, obras. Esta ley es el principal ente encargada de regular el orden territorial, en especial la parte

urbana, específicamente de las áreas cantonales o metropolitanas. (Alarcón Zambrano, 2021).

2.4.5. NORMAS ECUATORIANAS DE LA CONSTRUCCIÓN

NEC-SE-CG: Referente a las Cargas no sísmicas (Construccion, 2023)

NEC-SE-DS: Ante la presencia de peligro sísmico y requerimientos acerca del diseño sísmo resistente (Construccion, 2023)

NEC-SE-RE: Ante el riesgo sísmico, para su evaluación y rehabilitación de estructuras (Construccion, 2023)

NEC-SE-GM: Para el implemento en materia de Geotecnia y el diseño de las cimentaciones (Construccion, 2023)

NEC-SE-HM: Norma utilizada para las estructuras de Hormigón Armado. NEC-SE-AC: Norma utilizada para las estructuras de Acero. (Construccion, 2023)

NEC-SE-MP: Estructuras de Mampostería Estructural. (Construccion, 2023)

NEC-SE-MD: Empleado en estructuras en la que su materia prima es la madera. (Construccion, 2023)

NEC-SE-VIVIENDA: Para la construcción de viviendas permitidas hasta 2 pisos, con luces limitadas a 5m. (Construccion, 2023)

El hormigón empleado se encontrará en las condiciones correctas para utilizarlo en la construcción, dependiendo del tipo y clase constará de las dosificaciones suficientes en la elaboración del mortero y concreto. Es importante recalcar los requerimientos señalados a continuación respecto las normas:

Para el material cemento en la rama hidráulica: NTE INEN 0152 (ASTM C150), NTE INEN 0490 (ASTM C595) y NTE, INEN 2380 (ASTM C1157). (Construccion, 2023)

Para el material cal viva utilizado en obra: NTE INEN 0248 (ASTM C5). (Construccion, 2023)

Considerar la cal hidratada en condición favorable según la norma: NTE INEN 0247 (ASTM C207). (Construcción, 2023).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de la investigación:

El estudio de " Estructura de losa para cubiertas y su implementación con caña guadua en viviendas de interés social." utiliza un enfoque cuantitativo, ya que se centra en recopilar y analizar datos numéricos para comprender mejor las características, propiedades y aplicaciones de la caña guadua en la construcción de cubiertas. Este enfoque es fundamental debido a la naturaleza objetiva y medible de los aspectos que se investigan, permitiendo así una evaluación precisa y basada en evidencias.

El enfoque cuantitativo por:

Medición Precisa: Las propiedades estructurales de la caña guadua, como su resistencia, durabilidad y comportamiento bajo cargas, requieren una evaluación cuantitativa precisa. Estos son aspectos que pueden ser medidos y cuantificados, proporcionando datos concretos que respaldan las conclusiones.

Análisis Estadístico: Utilizando métodos estadísticos, se puede analizar la información recopilada a través de encuestas y pruebas. Esto incluye la evaluación de la aceptación y viabilidad de la caña guadua por parte de constructores, arquitectos y residentes, así como el análisis de costos y beneficios comparativos.

Generalización de Resultados: El enfoque cuantitativo permite generalizar los resultados a una población más amplia. Esto es especialmente útil en estudios de viviendas de interés social, donde se busca aplicar los hallazgos a un gran número de proyectos potenciales.

Objetividad: Este enfoque minimiza el sesgo del investigador, ya que las decisiones y conclusiones se basan en datos numéricos y análisis estadísticos, en lugar de interpretaciones subjetivas.

Herramientas de Validación: El uso de cuestionarios, encuestas y pruebas como herramientas de recopilación de datos proporciona un medio confiable para validar hipótesis y teorías. Estas herramientas permiten recopilar datos de forma sistemática y reproducible.

3.2. Alcance de la investigación:

Como estudio exploratorio, debido a la diversificación el uso de, materiales no convencionales a la utilización de caña guadua en construcciones de viviendas de interés social, específicamente en losas de cubierta. Esta elección se debe a la necesidad de explorar nuevos materiales y métodos en la construcción sostenible, un campo aún no ampliamente investigado en el contexto de Guayaquil. La técnica exploratoria, flexible por naturaleza, es ideal para este estudio, permitiendo adaptarse a los hallazgos emergentes y a las particularidades de un tema tan específico.

Además, el estudio incorpora un enfoque descriptivo. Se centra en describir detalladamente las propiedades y el potencial de la caña guadua como material de construcción. Esto incluye analizar las respuestas obtenidas a través de encuestas y entrevistas, así como los datos recopilados de diversas fuentes bibliográficas. Este enfoque descriptivo es crucial para entender las características específicas de la caña guadua y su idoneidad para su uso en las losas de cubiertas en viviendas de interés social.

3.3. Técnica e instrumentos para obtener los datos

Para optimizar la recopilación de datos en la investigación sobre " Estructura de losa para cubiertas y su implementación con caña guadua en viviendas de interés social", se emplearon técnicas e instrumentos específicos, cada uno adaptado a las necesidades y objetivos de la investigación.

Encuestas a Profesionales:

Instrumento: Cuestionario Detallado

Se realizaron encuestas utilizando un cuestionario estructurado dirigido a profesionales en el campo de la construcción, ingenieros civiles. Este cuestionario incluyó preguntas específicas para evaluar opiniones sobre la viabilidad, sostenibilidad, y

aceptación de la caña guadua como material de construcción. Las preguntas abordaron temas como la valoración de eco materiales, la implementación de la caña guadua, su idoneidad en viviendas de interés social, y la comparación con materiales tradicionales.

Observación y Análisis Documental:

Instrumento: Guía de Observación

La observación directa en sitios de construcción y el análisis de documentación técnica y estudios previos complementaron la recopilación de datos. La guía de observación permitió registrar métodos de construcción, interacción con el material y detalles de implementación en el sitio.

Ensayos de Resistencia en Laboratorio:

Instrumento: Pruebas de Resistencia en Losas de Caña Guadua

Se realizaron ensayos de laboratorio para probar la resistencia de las losas de cubierta hechas con caña guadua. Estos ensayos incluyeron pruebas de carga, durabilidad, y resistencia al desgaste y a las condiciones ambientales. Los resultados obtenidos proporcionaron datos cuantitativos sobre la viabilidad técnica de la caña guadua como material estructural en la construcción de viviendas.

Análisis Estadístico y Descriptivo:

Las respuestas de las encuestas y los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio fueron analizadas utilizando métodos estadísticos. Este análisis facilitó la comprensión de tendencias, percepciones, y la viabilidad técnica del uso de caña guadua, proporcionando una base sólida para conclusiones y recomendaciones.

La combinación de encuestas dirigidas a profesionales, observación detallada, análisis documental, y pruebas de resistencia en laboratorio, proporcionó una metodología integral para evaluar el potencial y la viabilidad de la caña guadua en la construcción de viviendas de interés social. Este enfoque multifacético asegura que la investigación sea tanto rigurosa como relevante, ofreciendo una visión completa de la aplicación de la caña guadua en este contexto específico.

3.4.Población y muestra

La población objetivo de esta investigación está compuesta por profesionales en el campo de la construcción, ingenieros civiles en la región de Guayaquil. Esta población fue elegida por su experiencia y conocimiento relevante sobre los materiales de construcción sostenibles, en particular la caña guadua. De esta población, se seleccionó una muestra representativa para participar en la encuesta.

Para la encuesta, se seleccionó un muestreo de participantes voluntarios, lo que significa que se invitó a los profesionales a participar voluntariamente en el estudio. Además, se aplicó un muestreo por conveniencia, seleccionando a aquellos individuos que eran más accesibles y dispuestos a participar. De una población total de 20 profesionales identificados, se logró obtener la participación de 12, lo que representa una muestra significativa dada la especificidad y el enfoque del tema.

3.5.Tipos de Muestra en investigación cualitativa

La elección del muestreo de participantes voluntarios y por conveniencia responde a la naturaleza cualitativa de parte de la investigación. Estos métodos de muestreo son adecuados para estudios cualitativos donde se busca profundizar en las percepciones, opiniones y experiencias de los individuos. Aunque no proporcionan una muestra aleatoria o estadísticamente representativa de la población general, son valiosos en contextos donde el acceso a la población objetivo es limitado y donde se busca obtener información detallada y específica de un grupo selecto de sujetos, por esto se encuesta a 15 ingenieros civiles, mediante un forms de Google, para tener su apreciación sobre la utilización de caña

3.6. Presentación y análisis de resultados

Resultado de la encuesta a profesionales

1. ¿Cómo califica la importancia del uso de eco materiales en la construcción desde la perspectiva de sostenibilidad y eficiencia de recursos?

Tabla 1

Importancia del uso de eco materiales

Calificación	Frecuencia	Porcentaje
Alta	4	33.33%
Moderada	4	33.33%
Muy alta	4	33.33%
Total	12	100.00%

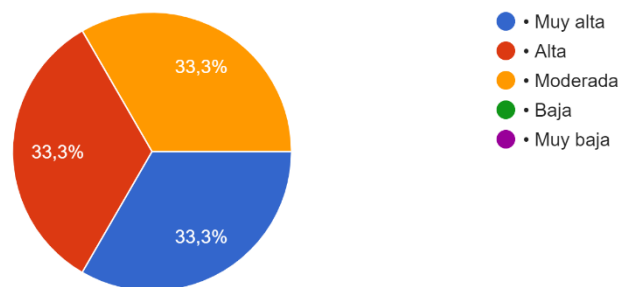
Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Figura 1

Importancia del uso de eco materiales

¿Cómo califica la importancia del uso de eco materiales en la construcción desde la perspectiva de sostenibilidad y eficiencia de recursos?

12 respuestas



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

La tabla muestra que hay una distribución equitativa de respuestas en cuanto a la importancia del uso de eco materiales en la construcción, según la perspectiva de sostenibilidad y eficiencia de recursos. El 33.33% de los participantes califica la importancia como "Alta", otro 33.33% como "Moderada" y el restante 33.33% como "Muy alta". Esta distribución sugiere una percepción balanceada entre la necesidad de incorporar eco materiales en la construcción, indicando que la sostenibilidad y eficiencia de recursos son consideraciones fundamentales en la toma de decisiones dentro del ámbito constructivo.

2. ¿Qué nivel de prioridad asigna al desarrollo de técnicas de construcción innovadoras para mejorar la eficiencia y sostenibilidad en proyectos de vivienda?

Tabla 2

Nival de Prioridad

Calificación	Frecuencia	Porcentaje
Alta	6	50.00%
Moderada	2	16.67%
Muy alta	4	33.33%
Total	12	100.00%

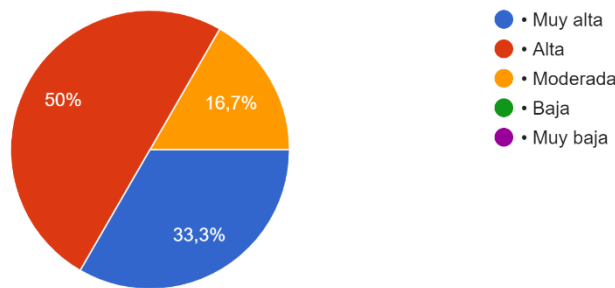
Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Figura 2

Nival de Prioridad

¿Qué nivel de prioridad asigna al desarrollo de técnicas de construcción innovadoras para mejorar la eficiencia y sostenibilidad en proyectos de vivienda?

12 respuestas



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

La tabla revela que existe un fuerte consenso entre los participantes respecto a la alta prioridad asignada al desarrollo de técnicas de construcción innovadoras para mejorar la eficiencia y sostenibilidad en proyectos de vivienda. El 50.00% de los encuestados califica esta prioridad como "Alta", mientras que un significativo 33.33% la considera "Muy alta". Solo un 16.67% asigna una prioridad "Moderada". Estos resultados indican un reconocimiento generalizado de la necesidad de adoptar enfoques constructivos más innovadores y sostenibles en el diseño y desarrollo de proyectos de vivienda. La preponderancia de respuestas en las categorías "Alta" y "Muy alta" sugiere un creciente interés y compromiso en la búsqueda de soluciones más eficientes y sostenibles en el ámbito de la construcción de viviendas.

3. En su opinión profesional, ¿cuán viable considera la implementación de la caña guadúa como eco material en proyectos de construcción?

Tabla 3

Implementación viable de eco materiales

Calificación	Frecuencia	Porcentaje
Viable	7	58.33%
Neutral	3	25.00%
Muy viable	2	16.67%
Total	12	100.00%

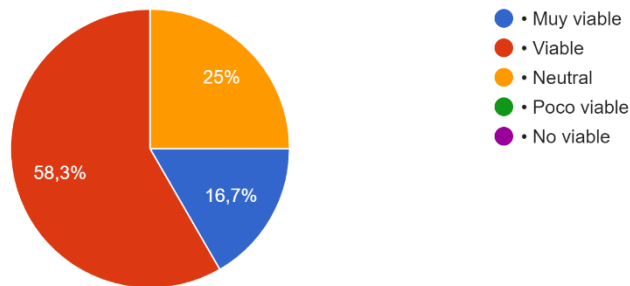
Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Figura 3

Implementación viable de eco materiales

En su opinión profesional, ¿cuán viable considera la implementación de la caña guadúa como eco material en proyectos de construcción?

12 respuestas



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

La tabla refleja una tendencia positiva hacia la percepción de la implementación viable de eco materiales en proyectos de construcción. Un 58.33% de los participantes considera la implementación como "Viable", mientras que un 16.67% la califica como "Muy viable". Aunque un 25.00% tiene una posición neutral, la mayoría indica una percepción favorable hacia la viabilidad de incorporar eco materiales en la construcción. Estos resultados sugieren un interés y apertura significativos hacia la adopción de prácticas más sostenibles en el sector de la construcción, al reconocer la viabilidad de la implementación de eco materiales en proyectos constructivos. La diversidad de opiniones también destaca la necesidad de evaluar de manera específica cada contexto y proyecto para determinar la idoneidad de los eco materiales en función de sus características particulares.

4. De acuerdo a su experiencia cual es la idoneidad de la caña guadúa como material principal en la construcción de viviendas de interés social.

Tabla 4
Idoneidad de la caña guadúa como material principal

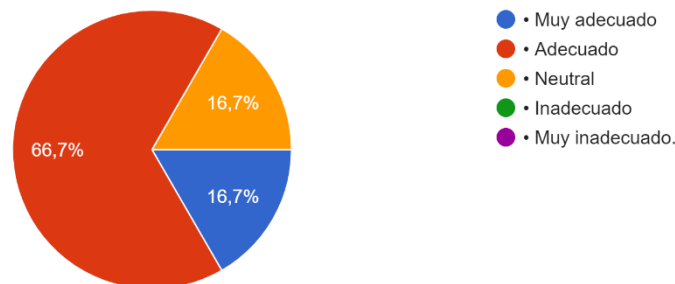
Calificación	Frecuencia	Porcentaje
Adecuado	8	66.67%
Neutral	2	16.67%
Muy adecuado	2	16.67%
Total	12	100.00%

Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Figura 4
Idoneidad de la caña guadúa como material principal

De acuerdo a su experiencia cual es la idoneidad de la caña guadúa como material principal en la construcción de viviendas de interés social.

12 respuestas



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

La tabla refleja una percepción mayoritariamente positiva en cuanto a la idoneidad de la caña guadúa como material principal en proyectos de construcción. Un destacado 66.67% de los participantes la califica como "Adecuado", mientras que un 16.67% la considera "Muy adecuado". Solo un 16.67% tiene una posición neutral. Estos resultados sugieren una aceptación y reconocimiento de las cualidades de la caña guadúa como un material apropiado para su uso principal en construcción. La diversidad de opiniones indica que la caña guadúa puede ser percibida como adecuada en distintos grados según el contexto y los requisitos específicos del proyecto. La alta proporción de respuestas positivas respalda la viabilidad y aceptación de la caña guadúa como una opción relevante en la construcción.

5. ¿Considera la caña guadúa un material adecuado para ser utilizado como elemento estructural principal en viviendas de interés social?

Tabla 5
Material adecuado para ser utilizado como elemento estructural

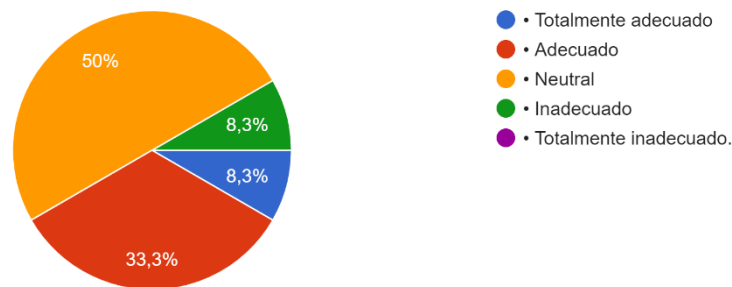
Calificación	Frecuencia	Porcentaje
Adecuado	4	33.33%
Totalmente adecuado	1	8.33%
Neutral	5	41.67%
Inadecuado	1	8.33%
Total	12	100.00%

Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Figura 5
Material adecuado para ser utilizado como elemento estructural

¿Considera la caña guadúa un material adecuado para ser utilizado como elemento estructural principal en viviendas de interés social?

12 respuestas



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

La tabla muestra una distribución variada de opiniones sobre la idoneidad de la caña guadúa como elemento estructural principal en viviendas de interés social. Un 33.33% de los participantes la califica como "Adecuado", mientras que un 8.33% la considera "Totalmente adecuado" y otro 8.33% la clasifica como "Inadecuado". El 41.67% tiene una posición neutral. Estos resultados sugieren que existe cierta divergencia de opiniones en cuanto a la idoneidad de la caña guadúa como elemento estructural en viviendas de interés social. La presencia de respuestas neutrales indica una necesidad de evaluar detalladamente los beneficios y desafíos asociados con el uso de la caña guadúa en esta aplicación específica, considerando factores como la resistencia estructural, durabilidad y costos en el contexto de viviendas de interés social.

6. ¿Qué tan dispuesto estaría a reemplazar el acero de refuerzo por caña guadúa en proyectos de vivienda, considerando aspectos como resistencia, durabilidad y costos?

Tabla 6
Dispuesto estaría a reemplazar el acero de refuerzo por caña guadúa

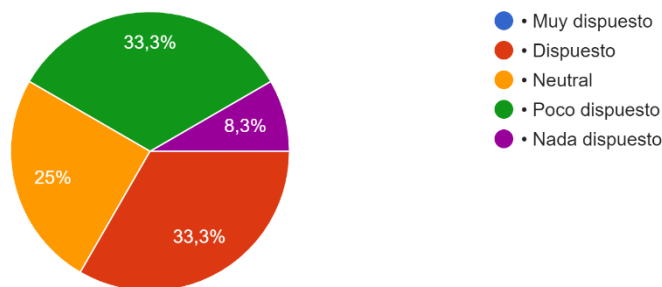
Disposición	Frecuencia	Porcentaje
Dispuesto	4	33.33%
Poco dispuesto	3	25.00%
Neutral	3	25.00%
Nada dispuesto	1	8.33%
Total	12	100.00%

Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Figura 6
Dispuesto estaría a reemplazar el acero de refuerzo por caña guadúa

¿Qué tan dispuesto estaría a reemplazar el acero de refuerzo por caña guadúa en proyectos de vivienda, considerando aspectos como resistencia, durabilidad y costos?

12 respuestas



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

La tabla refleja una variedad de actitudes entre los participantes en relación con la disposición de reemplazar el acero de refuerzo por caña guadúa en proyectos de construcción. Mientras que un porcentaje significativo indica estar "Dispuesto" a realizar este cambio, otro grupo considerable se muestra "Poco dispuesto" o tiene una posición "Neutral". La presencia de respuestas "Nada dispuesto" destaca la existencia de ciertas reservas hacia la adopción de la caña guadúa como sustituto del acero. Estos resultados indican la necesidad de una evaluación más detallada, considerando factores como resistencia estructural, durabilidad y costos, antes de tomar decisiones sobre la implementación de la caña guadúa en lugar del acero de refuerzo en proyectos constructivos.

7. ¿Cree que el uso de caña guadúa como refuerzo en losas de cubierta reduce significativamente los costos en comparación con materiales tradicionales?

Tabla 7
Cree que reducen costos

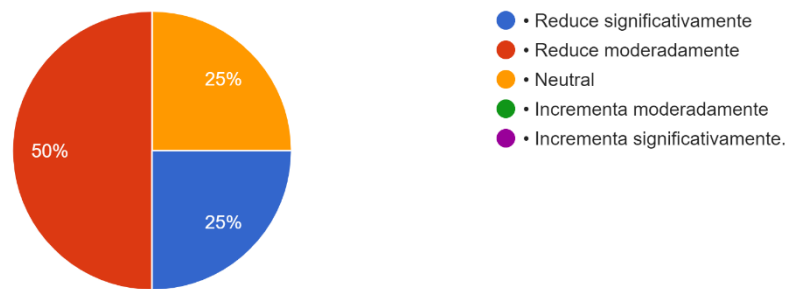
Opinión	Frecuencia	Porcentaje
Reduce significativamente	3	25.00%
Reduce moderadamente	6	50.00%
Neutral	3	25.00%
Total	12	100.00%

Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Figura 7
Cree que reducen costos

¿Cree que el uso de caña guadúa como refuerzo en losas de cubierta reduce significativamente los costos en comparación con materiales tradicionales?

12 respuestas



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

La tabla muestra que existe una distribución diversa de opiniones en cuanto a si el uso de caña guadúa como refuerzo en losas de cubierta reduce los costos en comparación con materiales tradicionales. Un 25.00% de los participantes considera que la reducción es "Significativa", mientras que un 50.00% opina que es "Moderada". Además, un 25.00% tiene una posición "Neutral" al respecto. Estos resultados indican una percepción generalizada de que la caña guadúa tiene el potencial de generar ahorros económicos en comparación con materiales tradicionales, aunque la magnitud de esta reducción puede variar según las circunstancias específicas de cada proyecto. La diversidad de opiniones sugiere la importancia de evaluar detalladamente los costos y beneficios asociados con la utilización de la caña guadúa en este contexto.

8. ¿Considera rentable sustituir el acero por caña guadúa en losas de cubierta para viviendas de interés social desde una perspectiva de costo-beneficio?

Tabla 8
Perspectiva de costo beneficio

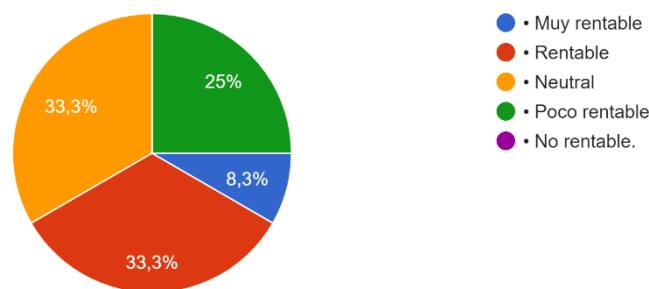
Perspectiva	Frecuencia	Porcentaje
Rentable	5	41.67%
Neutral	4	33.33%
Poco rentable	3	25.00%
Muy rentable	1	8.33%
Total	12	100.00%

Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Figura 8
Perspectiva de costo beneficio

¿Considera rentable sustituir el acero por caña guadúa en losas de cubierta para viviendas de interés social desde una perspectiva de costo-beneficio?

12 respuestas



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

La perspectiva de costo-beneficio en relación con el uso de caña guadúa como material de refuerzo en losas de cubierta para viviendas de interés social muestra una diversidad de opiniones entre los profesionales encuestados. El 41.67% considera que es "Rentable", indicando una percepción positiva en términos de eficiencia económica. Por otro lado, un 33.33% tiene una posición "Neutral" al respecto, y un 25.00% opina que es "Poco rentable". Solo un 8.33% de los participantes considera que la perspectiva es "Muy rentable". Estos resultados reflejan la necesidad de una evaluación cuidadosa de los costos y beneficios asociados con el uso de la caña guadúa, destacando la importancia de considerar aspectos como la durabilidad, resistencia estructural y factores económicos específicos del proyecto. La diversidad de opiniones subraya la complejidad de tomar decisiones sobre la implementación de eco materiales en proyectos constructivos.

9. ¿Hasta qué punto influyen los factores económicos en su decisión de utilizar caña guadúa como refuerzo estructural en viviendas de interés social?

Tabla 9
Influencia económica

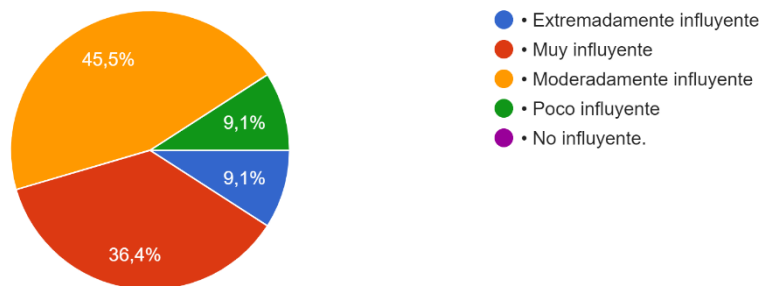
Influencia económica	Frecuencia	Porcentaje
Muy influyente	4	33.33%
Moderadamente influyente	6	50.00%
Poco influyente	0	0.00%
Extremadamente influyente	1	8.33%
Total	11	100.00%

Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Figura 9
Influencia económica

¿Hasta qué punto influyen los factores económicos en su decisión de utilizar caña guadúa como refuerzo estructural en viviendas de interés social?

11 respuestas



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

La tabla indica que los factores económicos tienen una notable influencia en la decisión de utilizar caña guadúa como refuerzo estructural en viviendas de interés social. Un 33.33% de los participantes considera que la influencia es "Muy influyente", mientras que un significativo 50.00% la describe como "Moderadamente influyente". Además, un 8.33% indica que la influencia es "Extremadamente influyente". La ausencia de respuestas que consideren los factores económicos como "Poco influyente" sugiere que la viabilidad económica es un componente crítico en la toma de decisiones relacionadas con la incorporación de caña guadúa en proyectos constructivos de viviendas de interés social. Estos resultados destacan la importancia de evaluar cuidadosamente los aspectos financieros al considerar alternativas constructivas sostenibles.

10. ¿Recomendaría a otros profesionales de la construcción el uso de caña guadúa como material de refuerzo para losas de cubierta en viviendas de interés social?

Tabla 10
Recomendación

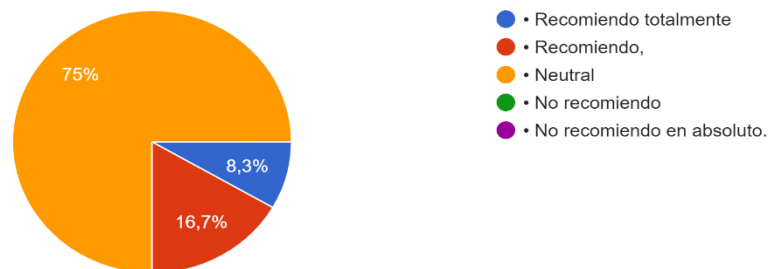
Recomendación	Frecuencia	Porcentaje
Neutral	7	58.33%
Recomiendo	3	25.00%
Recomiendo totalmente	1	8.33%
Sin respuesta	1	8.33%
Total	12	100.00%

Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Figura 10
Recomendación

¿Recomendaría a otros profesionales de la construcción el uso de caña guadúa como material de refuerzo para losas de cubierta en viviendas de interés social?

12 respuestas



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

La tabla revela una diversidad de opiniones entre los profesionales de la construcción en cuanto a la recomendación del uso de caña guadúa como material de refuerzo para losas de cubierta en viviendas de interés social. El 58.33% de los participantes tiene una posición "Neutral", indicando una falta de una recomendación definitiva en uno u otro sentido. Un 25.00% indica que "Recomienda" su uso, mientras que un 8.33% va más allá y "Recomienda totalmente". Además, un 8.33% optó por no proporcionar una respuesta. Estos resultados sugieren una cierta cautela y diversidad de perspectivas en torno al uso de la caña guadúa como material de refuerzo en este contexto específico. La falta de respuestas definitivas resalta la necesidad de considerar cuidadosamente los factores específicos de cada proyecto antes de hacer recomendaciones claras a otros profesionales de la construcción.

11. ¿Cómo califica el rendimiento de la caña guadúa en comparación con los materiales convencionales en términos de resistencia estructural y durabilidad?

Tabla 11
Nival de Prioridad

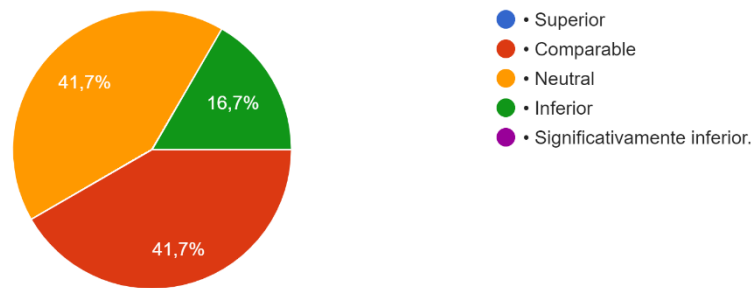
Calificación	Frecuencia	Porcentaje
Neutral	6	50.00%
Comparable	5	41.67%
Inferior	1	8.33%
Total	12	100.00%

Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Figura 11
Nival de Prioridad

¿Cómo califica el rendimiento de la caña guadúa en comparación con los materiales convencionales en términos de resistencia estructural y durabilidad?

12 respuestas



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

La tabla refleja una evaluación diversa del rendimiento de la caña guadúa en comparación con materiales convencionales, específicamente en términos de resistencia estructural y durabilidad. Un 50.00% de los participantes tiene una posición "Neutral", indicando una falta de preferencia clara hacia la caña guadúa o los materiales convencionales en estas características específicas. El 41.67% considera que la caña guadúa es "Comparable" a los materiales convencionales, mientras que un 8.33% la califica como "Inferior". Estos resultados sugieren que hay una variedad de percepciones sobre el rendimiento de la caña guadúa, destacando la importancia de considerar detenidamente las características específicas del proyecto y las necesidades estructurales antes de seleccionar este material sobre los convencionales. La diversidad de opiniones subraya la complejidad de la toma de decisiones en este contexto.

12. En base a su experiencia profesional evalúe el impacto ambiental de la utilización de caña guadúa en construcción comparado con materiales tradicionales.

Tabla 12
Evaluación del Impacto Ambiental

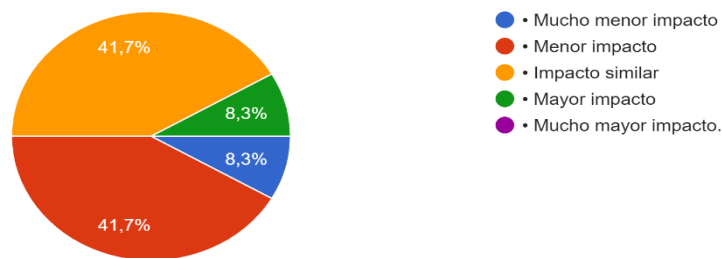
Evaluación del Impacto Ambiental	Frecuencia	Porcentaje
Impacto similar	6	50.00%
Menor impacto	5	41.67%
Mucho menor impacto	1	8.33%
Mayor impacto	0	0.00%
Total	12	100.00%

Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Figura 12
Evaluación del Impacto Ambiental

En base a su experiencia profesional evalúe el impacto ambiental de la utilización de caña guadúa en construcción comparado con materiales tradicionales.

12 respuestas



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

La tabla refleja una evaluación generalmente positiva del impacto ambiental asociado con la utilización de caña guadúa en construcción, en comparación con materiales tradicionales. Un 50.00% de los participantes considera que el impacto es "Similar", indicando que la caña guadúa no tiene un impacto ambiental significativamente diferente a los materiales convencionales. Además, un 41.67% sostiene que el impacto es "Menor", sugiriendo que la caña guadúa podría tener beneficios ambientales al compararse con materiales más tradicionales. Un 8.33% considera que el impacto es "Mucho menor". La ausencia de respuestas que indiquen un "Mayor impacto" sugiere una percepción generalizada de que la caña guadúa tiene un impacto ambiental favorable en comparación con los materiales tradicionales. Estos resultados respaldan la idea de que la caña guadúa podría ser considerada una opción más sostenible desde el punto de vista ambiental en la construcción.

13. ¿Qué tan factible considera la integración de caña guadúa en diseños estructurales modernos y funcionales para viviendas de interés social?

Tabla 13
Evaluación del Impacto Ambiental

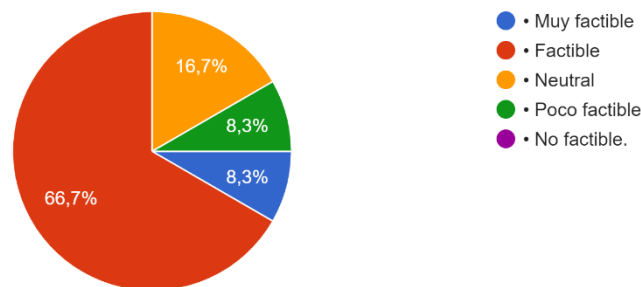
Factibilidad de Integración en Diseños Estructurales	Frecuencia	Porcentaje
Factible	7	58.33%
Neutral	3	25.00%
Muy factible	1	8.33%
Poco factible	1	8.33%
Total	12	100.00%

Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Figura 13
Evaluación del Impacto Ambiental

¿Qué tan factible considera la integración de caña guadúa en diseños estructurales modernos y funcionales para viviendas de interés social?

12 respuestas



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

La tabla refleja una perspectiva generalmente positiva sobre la factibilidad de integrar la caña guadúa en diseños estructurales modernos y funcionales para viviendas de interés social. Un 58.33% de los participantes considera que la integración es "Factible", indicando una aceptación y viabilidad para incorporar la caña guadúa en diseños estructurales contemporáneos. Además, un 8.33% la evalúa como "Muy factible", lo que sugiere un nivel más alto de confianza en la integración exitosa de la caña guadúa en este contexto. Un 25.00% tiene una posición "Neutral", y un 8.33% la percibe como "Poco factible". Estos resultados indican una tendencia positiva hacia la aceptación de la caña guadúa en diseños estructurales para viviendas de interés social, aunque la percepción de factibilidad puede variar según las consideraciones específicas del proyecto y las preferencias estilísticas.

14. ¿Cuál cree que es la percepción del mercado en cuanto a la aceptación de viviendas construidas con caña guadúa?

Tabla 14
Percepción del Mercado en cuanto a la Aceptación

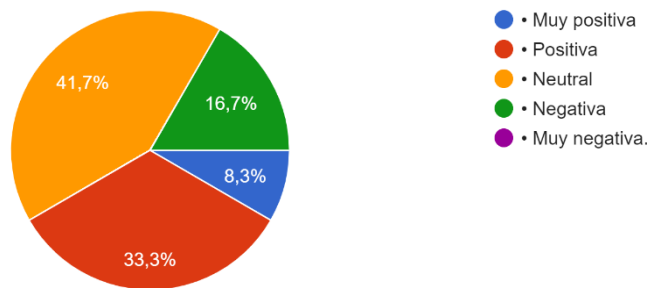
Percepción del Mercado en cuanto a la Aceptación	Frecuencia	Porcentaje
Positiva	5	41.67%
Neutral	5	41.67%
Muy positiva	1	8.33%
Negativa	1	8.33%
Total	12	100.00%

Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Figura 14
Percepción del Mercado en cuanto a la Aceptación

¿Cuál cree que es la percepción del mercado en cuanto a la aceptación de viviendas construidas con caña guadúa?

12 respuestas



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

La tabla refleja una diversidad de percepciones en cuanto a la aceptación de viviendas construidas con caña guadúa por parte del mercado. Un 41.67% de los participantes considera que la percepción del mercado es "Positiva", lo que sugiere una aceptación favorable. Otro 41.67% opina que la percepción es "Neutral", indicando una falta de inclinación clara hacia lo positivo o negativo. Además, un 8.33% la evalúa como "Muy positiva", mientras que un 8.33% la percibe como "Negativa". Estos resultados señalan que hay una percepción generalizada de que el mercado tiene una visión neutral o positiva hacia las viviendas construidas con caña guadúa, lo que podría reflejar una creciente aceptación de materiales sostenibles y alternativos en el sector de la construcción. La presencia de respuestas que indican percepciones positivas y neutrales sugiere un ambiente propicio para la adopción de la caña guadúa en el mercado de viviendas.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA O INFORME

4.1. Propuesta

4.1.1. Introducción a la Propuesta

En el panorama actual de las viviendas de interés social, nos enfrentamos al desafío dual de satisfacer una demanda creciente de vivienda asequible y al mismo tiempo atender la urgencia de prácticas de construcción sostenibles. Las soluciones convencionales a menudo no logran equilibrar el costo y la sostenibilidad, llevando a una búsqueda intensiva de alternativas innovadoras. La implementación de materiales ecológicos y económicos se ha convertido en una prioridad para desarrolladores y gobiernos por igual, con el objetivo de construir comunidades resilientes y accesibles para las poblaciones de bajos ingresos.

El uso de caña guadua para la construcción de losas de cubierta se perfila como una respuesta prometedora a este desafío. La caña guadua, un recurso natural abundante en regiones tropicales, presenta una oportunidad única para la ingeniería civil sostenible, gracias a su resistencia comparable con los materiales de construcción tradicionales y su menor impacto ambiental. Nuestro objetivo es integrar este material en la construcción de losas de cubierta, aprovechando su bajo costo y la eficiencia de su tiempo de instalación para proporcionar una solución de vivienda viable y económicamente accesible para las comunidades de bajos ingresos. La implementación de losas de caña guadua no solo reduce la huella de carbono y los costos de construcción, sino que también acelera el proceso de edificación, permitiendo que las viviendas de interés social sean desarrolladas con mayor rapidez para satisfacer las crecientes necesidades habitacionales.

4.1.2. Descripción de la Losa de Caña Guadua

Características del Material

La caña guadua se distingue por su resistencia y flexibilidad, siendo uno de los materiales más resilientes en la naturaleza. Sus propiedades físicas y mecánicas incluyen una alta capacidad de carga y resistencia a la tracción, comparable con la de los aceros suaves. La estructura interna de la caña guadua es naturalmente hueca, dividida en secciones por nudos sólidos, lo que le confiere una excepcional resistencia a la compresión y flexión. Además, la guadua presenta una baja conductividad térmica, lo que la hace un aislante natural eficaz.

Diseño de la Losa

El diseño de la losa de cubierta propuesto incorpora la caña guadua en forma de vigas y paneles entrelazados, maximizando su capacidad estructural inherente. Las dimensiones de la losa se establecerán de acuerdo con las normas de construcción aplicables, optimizando el uso del material y minimizando el desperdicio. La forma de la losa seguirá un diseño modular que permite una construcción y montaje eficientes, y los métodos de unión emplearán tanto técnicas tradicionales como innovaciones modernas, como conectores de fibra natural y resinas ecológicas, para asegurar la integridad estructural sin comprometer la sostenibilidad.

Ventajas

Las losas de caña guadua ofrecen múltiples ventajas en términos de sostenibilidad y eficiencia de construcción. Su uso reduce significativamente la huella de carbono en comparación con materiales convencionales como el concreto y el acero. En términos de aislamiento, la caña guadua mejora el confort térmico y acústico en el interior de las viviendas, lo que resulta en hogares más agradables y una reducción en la necesidad de calefacción o refrigeración artificial. Estructuralmente, las losas de caña guadua son capaces de soportar cargas significativas, asegurando una durabilidad comparable a las soluciones tradicionales. Estas características hacen de la losa de caña guadua una elección excelente para proyectos de vivienda de interés social, alineándose con los objetivos de sostenibilidad, economía y eficiencia.

4.1.3. Prototipo y Ensayos

Construcción del Prototipo:

Proceso:

El prototipo de la losa de caña guadua fue desarrollado con meticuloso detalle para garantizar la precisión y replicabilidad. Las dimensiones se basaron en una optimización entre resistencia estructural y economía de material, siguiendo los estándares de tamaño comúnmente utilizados en viviendas de interés social. Se seleccionaron cañas de guadua maduras y se les aplicó un proceso de curado para maximizar su durabilidad y resistencia a la intemperie. La metodología de ensamblaje se centró en la utilización de uniones tradicionales mejoradas con adhesivos naturales y conectores biodegradables, lo cual promueve la sostenibilidad sin sacrificar la solidez estructural.

Materiales usados para un metro 2 de loza con 0.15cm de espesor

Tabla 15

Materiales

Material	Cantidad
Caña	1
libra de alambre recocido	1
varillas de 8"	2
saco de cemento 50 kg	1
Saco de arena(0,10m2)	1
Saco de chispa 3/8 (0,10m2)	1
Aditivo impermeabilizante	1
Tabla semidura	1

Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Imagen 1

Selección de caña



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Imagen 2

Inspección de las condiciones del material



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Imagen 3
Estructura armando para el ensayo



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Imagen 4
Fundición de la loza



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Imagen 5
Traslado de la loza



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Imagen 6
Acomodamiento de la loza



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Imagen 7
Loza lista



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Imagen 8
Verificación que la loza esté listo



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Imagen 9
Aplicación de prueba de presión



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Imagen 10
Presión máxima tolerada



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Imagen 11
Efecto de la presión máxima tolerada



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Imagen 12
Verificación de efectos de la presión en la loza



Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Innovaciones:

El prototipo de la losa de caña guadua fue desarrollado con meticuloso detalle para garantizar la precisión y replicabilidad. Las dimensiones se basaron en una optimización entre resistencia estructural y economía de material, siguiendo los estándares de tamaño comúnmente utilizados en viviendas de interés social. Se seleccionaron cañas de guadua maduras y se les aplicó un proceso de curado para maximizar su durabilidad y resistencia a la intemperie. La metodología de ensamblaje se centró en la utilización de uniones tradicionales mejoradas con adhesivos naturales y conectores biodegradables, lo cual promueve la sostenibilidad sin sacrificar la solidez estructural.

Ensayos Realizados:

Metodología de Ensayo

Los ensayos de flexión se llevaron a cabo utilizando una máquina universal de pruebas, configurada para aplicar una carga gradual y uniformemente distribuida en toda la longitud de la losa de caña guadua. Se estableció un protocolo de carga en pasos

incrementales, permitiendo una observación detallada de la respuesta de la losa a cada incremento de carga. La frecuencia de los datos recogidos se ajustó para capturar lecturas detalladas en puntos de carga críticos, asegurando una amplia base de datos para la evaluación de la performance del material.

Datos Recogidos

Sistema: ENERPAC RC-156 / 15 Ton

Lector: Manómetro ENERPAC 404391 / 0 - 10000 psi, Sub. Div. 100 psi

Equipo de Calibración: Prensa CONTROLS C474L / Ser. No. 99102662, Capacidad 2000 kN

La tabla de calibración lista las correspondencias entre la carga leída en psi y la carga real promedio en kilonewtons (kN), lo cual es fundamental para garantizar la precisión de las pruebas de carga aplicadas a la losa de caña guadua:

Tabla 16

Carga leída y Carga Real (KN) es igual a la lectura en psi multiplicado por 0.0141

Carga Leída (psi)	Carga Real Promedio (kN)
1000	12.9
2000	27.0
3000	40.8
4000	54.9
5000	68.8
6000	83.1
7000	97.0
8000	111.0

Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Esta información es esencial para convertir las lecturas de presión del manómetro en la fuerza real aplicada durante los ensayos de flexión. Con esta calibración, se puede confiar en que la losa de caña guadua fue sometida a las cargas correctas durante el ensayo, y que los datos resultantes sobre la resistencia y el comportamiento del material bajo carga son precisos. Estos datos calibrados son cruciales para determinar la viabilidad estructural de la losa de caña guadua para su uso en aplicaciones de construcción, en particular para viviendas de interés social donde la seguridad y la fiabilidad son de suma importancia.

Análisis: La precisión de los ensayos de flexión se garantizó mediante la calibración del sistema hidráulico utilizado para aplicar las cargas. La máquina, un ENERPAC RC-156 de 15 toneladas, fue calibrada en el Laboratorio de Estructuras de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, con resultados verificados y firmados por el Ing. Fausto Bravo, Responsable de Metrología. La calibración se realizó el 28 de diciembre de 2023, y la validez de la calibración es de un año.

Los datos de calibración indican que la carga leída y la carga real promedio se alinean estrechamente en todo el rango operativo, desde 1000 psi (equivalente a 12.9 kN) hasta 8000 psi (equivalente a 111.0 kN). Esto asegura que las mediciones de carga durante los ensayos reflejen con precisión la resistencia de la losa de caña guadua a diferentes niveles de estrés.

La metodología de ensayo implicó la aplicación de cargas incrementales, medidas en psi, y convertidas a kilonewtons usando la relación de calibración proporcionada. Los datos recogidos reflejaron la resistencia y la deflexión de la losa bajo estas cargas aplicadas. Se registraron las cargas máximas soportadas por la losa antes de experimentar cualquier daño, así como la deflexión correspondiente en puntos críticos. En el caso de fallo o fractura, se anotaron la naturaleza y ubicación del daño para un análisis posterior.

La inclusión de estos detalles garantiza que la evaluación de la losa de caña guadua se base en datos de pruebas verificados y calibrados, lo que proporciona una base sólida para la validación de su uso en aplicaciones estructurales para viviendas de interés social.

Reporte de Ensayo de Flexión para Losa Armada con Caña Guadua

Norma de Referencia: ASTM D6109

Fecha del Ensayo: 07 de Febrero de 2024

Cliente: Angy Zambrano

Referencia: Losa Armada con Caña Guadua

Tabla 17

Reporte de Ensayo

Muestra	Material	Fecha de Recom.	Fecha de Ensayo	Altura (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Carga (N)	Módulo de Ruptura (MPa)
1	Losa armada con caña	07-feb-24	07-feb-24	150	280	250000	40800	2.3

Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Observaciones:

Este ensayo muestra que una losa armada con caña guadua de 150 mm de altura y 280 mm de ancho, con una longitud de 2500 mm, fue sometida a una carga de 40800 N, lo que resultó en un módulo de ruptura de 2.3 MPa. Estos resultados son indicativos de la capacidad de la losa para resistir cargas flexionantes antes de la falla, lo que es crítico para su aplicación en estructuras de techos para viviendas de interés social. El módulo de ruptura, en particular, es un indicador clave de la resistencia a la flexión del material y es utilizado para comparar la losa armada con caña guadua contra materiales tradicionales y estándares de la industria.

4.1.4. Comparativo con Losas Tradicionales

Cuadro Comparativo:

A continuación, se presenta una tabla comparativa entre las losas de caña guadua y las losas tradicionales (de hormigón armado, por ejemplo), basada en varios criterios clave:

Tabla 18**Cuadro comparativo losa: Análisis de las características de los tipos de losa**

Criterio	Losa de Caña Guadua	Losa Tradicional
Costos	Menor costo material y mano de obra	Mayor costo en materiales y construcción
Tiempo de Construcción	Construcción más rápida debido a la pre-fabricación y el peso ligero	Construcción más lenta debido al curado del hormigón y procesos asociados
Impacto Ambiental	Impacto reducido: material renovable y procesos de baja energía	Impacto mayor: producción de cemento y hormigón intensivos en CO2
Resistencia	Alta resistencia a la flexión y carga	Alta resistencia, pero puede variar según la mezcla y el refuerzo
Durabilidad	Durabilidad adecuada con tratamiento	Larga durabilidad con mantenimiento adecuado
Mantenimiento	Mantenimiento periódico necesario para prevenir deterioro biológico	Mantenimiento menos frecuente, principalmente fisuras y refuerzo de acero

Elaborado por: Zambrano, A (2024)

- Los costos pueden variar significativamente según la región y la disponibilidad de materiales.
- Los tiempos de construcción para las losas de caña guadua pueden ser más rápidos debido a su menor peso y facilidad de manejo en el sitio.
- El impacto ambiental de la caña guadua es significativamente menor, particularmente si se cultiva y procesa de manera sostenible.
- La resistencia y la durabilidad de las losas de caña guadua dependen en gran medida del diseño y del proceso de tratamiento aplicado.
- Ambos tipos de losas requieren inspecciones regulares y mantenimiento para asegurar su integridad a lo largo del tiempo.

Esta tabla es un punto de partida para tu análisis comparativo. Deberás ajustar los valores y las notas basándote en los datos específicos de tu investigación y los resultados de tus ensayos.

CONCLUSIONES

- La investigación ha demostrado de manera concluyente que la caña guadua posee propiedades estructurales excepcionales, que la convierten en una alternativa viable y sostenible para la construcción de cubiertas en viviendas de interés social. Se ha observado que, gracias a su notable resistencia y flexibilidad, este material permite el diseño de estructuras capaces de soportar las cargas requeridas, a la vez que ofrece ventajas en términos de sostenibilidad y eficiencia en el uso de recursos.
- El análisis detallado realizado para determinar la reducción de peso obtenida mediante la sustitución de materiales tradicionales por caña guadua en la construcción de losas ha revelado una disminución significativa en el peso total de estas estructuras. Este hallazgo es de gran importancia, ya que implica una reducción en los requisitos estructurales y, por ende, una potencial disminución en los costes asociados a la cimentación y estructura de soporte, contribuyendo a la viabilidad económica de proyectos de vivienda de interés social.
- Al comparar el peso y el comportamiento estructural de las losas construidas con caña guadua frente a las realizadas con sistemas tradicionales, se ha constatado que la caña guadua no solo ofrece una solución más ligera, sino también más ecológica. Este material, por ser renovable y de crecimiento rápido, minimiza el impacto ambiental vinculado a la producción de materiales de construcción convencionales, alineándose con los principios de construcción verde y sostenibilidad.
- La adopción de caña guadua en el diseño de cubiertas para viviendas de interés social no solo respalda los objetivos de desarrollo sostenible mediante la promoción del uso de recursos renovables, sino que también estimula el desarrollo económico local. Facilita la creación de empleo en las comunidades involucradas en su cultivo, procesamiento y comercialización, fomentando así las economías locales y la autosuficiencia de los recursos.
- La implementación de la caña guadua en la construcción de losas para cubiertas se destaca como una innovación significativa en el ámbito de la vivienda de interés social. Este enfoque no solo provee una alternativa económica y sostenible, sino que también enriquece el valor estético de las construcciones, ofreciendo nuevas

perspectivas para el diseño arquitectónico y la construcción sostenible en Ecuador y potencialmente en otras regiones similares.

- La aplicación de caña guadua para la construcción de estructuras de losa en viviendas de interés social en Guayaquil no solo se presenta como una solución estructuralmente eficaz, sino que también encarna un modelo hacia la construcción sostenible y el desarrollo económico local. Este enfoque representa un avance significativo en la búsqueda de alternativas constructivas que sean tanto ambientalmente responsables como socialmente inclusivas, marcando un hito importante en el campo de la construcción sostenible y la ingeniería civil.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda fomentar la investigación adicional sobre la caña guadua, enfocándose en su optimización como material de construcción. Esto incluye estudios sobre tratamientos para mejorar su durabilidad, resistencia a la intemperie, y métodos de unión con otros materiales. La investigación debería también explorar innovaciones en el diseño estructural que aprovechen al máximo las propiedades únicas de la caña guadua.
- Se sugiere la integración de criterios específicos para el uso de caña guadua dentro de las normativas y códigos de construcción locales e internacionales. Ello facilitará su adopción en proyectos de vivienda a mayor escala, asegurando que su uso cumpla con estándares de seguridad, calidad y sostenibilidad.
- Es esencial ofrecer programas de capacitación y certificación para arquitectos, ingenieros, y obreros en las técnicas de construcción específicas que involucran la caña guadua. Esto asegurará que los proyectos se ejecuten eficientemente, maximizando la durabilidad y el rendimiento estructural de las construcciones con este material.
- Se debe alentar a las autoridades locales y nacionales a apoyar la producción sostenible de caña guadua. Esto implica inversiones en la silvicultura de guadua, programas que garanticen su cultivo y cosecha responsable, y políticas que promuevan el equilibrio ecológico y la biodiversidad.
- Para incentivar el uso de caña guadua en proyectos de vivienda de interés social, es recomendable que los gobiernos y las instituciones financieras desarrollen programas de financiamiento y subsidios. Estos programas deberían estar diseñados para minimizar los costos iniciales de construcción y fomentar la innovación en el uso de materiales sostenibles.
- Se anima a la colaboración entre universidades, centros de investigación, empresas constructoras, y comunidades locales para compartir conocimientos y experiencias en el uso de la caña guadua. La colaboración interdisciplinaria puede acelerar la innovación y la adopción de mejores prácticas en la construcción con caña guadua.
- Es crucial llevar a cabo campañas de sensibilización sobre los beneficios económicos, sociales, y ambientales de utilizar caña guadua en la construcción.

Estas campañas ayudarán a cambiar percepciones, fomentando una mayor aceptación de la caña guadua como material de construcción viable y deseable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, P. (2019). Análisis del comportamiento estructural del bambú del tipo "Guadua Angustifolia Kunth" como material de construcción en sustitución del hormigón armado. Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17760>
- Bambusa.es. (2018). Obtenido de <https://bambusa.es/caracteristicas-del-bambu/construccion-con-bambu/>
- Bello Zambrano, J. A., & Villacreses Viteri, C. G. (20 de septiembre de 2021). uniriota .es.
- BID MEJORANDO VIDAS. (25 de noviembre de 2016). Obtenido de <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/problema-de-vivienda/>
- Educaplus. (n.d.). 200 Viviendas de Interés Social Serán Entregadas en Siguiete Año. Recuperado de <http://educarplus.com>.
- El Tiempo. (2022). Ecuador hará viviendas de interés social con bambú. Recuperado de <http://www.eltiempo.com>
- García Medina, G. J. (2021). Vivienda social post-desastre en caña Guadua para un desarrollo sostenible en Ecuador. Universitat Politècnica de Catalunya. <http://hdl.handle.net/2117/347670>
- García, J., & Martínez, L. (2021). Integración social y vivienda: Un análisis de las políticas públicas en Ecuador. Editorial Universitaria.
- González, P. (2021). Desafíos de la urbanización en Guayaquil: Vivienda y sostenibilidad. Ediciones del Pacífico.
- ISO 22157-1:2004 . (s.f.). Obtenido de <https://www.iso.org/standard/36150.html>
- Journal Ingeniar. (n.d.). Calidad de Viviendas de Interés Social en Caña Guadua Aplicados en el Sitio Membrillal del Cantón Jipijapa. Recuperado de <http://journalingeniar.org>
- Loor-Reyes, M. K., & Véliz-Parraga, J. F. (2022). Calidad de viviendas de interés social en caña guadua aplicados en el sitio Membrillal del cantón Jipijapa. Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación, 5(9 Ed. esp.), 2-13. <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/75>
- López, R., & Hernández, D. (2018). Acceso a servicios básicos en viviendas de interés social: Un estudio de caso. Revista de Estudios Urbanos, 45(2), 123-139.
- Martínez, A., & Rojas, E. (2019). Asentamientos informales y políticas de vivienda en Guayaquil. Ediciones Urbanas.

- Maza, B., & Rodríguez, D. (n.d.). Guadua, material sostenible aplicado a viviendas de interés social (VIS). Conference Proceedings (Machala). Recuperado de <http://investigacion.utmachala.edu.ec>
- Monge-Intriago, F. A., & Polanco-Chevez, J. R. (n.d.). Factibilidad técnica de unidades habitacionales sociales con materiales no tradicionales como la Caña Guadúa: Parroquia Picoazá. Recuperado de <http://www.polodelconocimiento.com>.
- Morales, F., et al. (2019). Asequibilidad de la vivienda en Ecuador: Retos y soluciones. Editorial Quito.
- Narváz Chamorro, L. S. (5 de 5 de 2013). REPOSITORIO DSPACE. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/6857>
- NEC. (2017). Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>
- Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8094507.pdf>
- Pérez, L. (2020). Vivienda de interés social en América Latina: Retos y oportunidades. Editorial Latinoamericana.
- Rivera, A., & Castillo, M. (2020). Materiales sostenibles en la construcción: Más allá del concreto. *Revista de Ingeniería Civil*, 58(4), 67-84.
- Santos Muñoz, I. J., & Chaparro Acevedo, D. A. (2019). La guadua como una alternativa para la construcción de vivienda de interés social mejorando las condiciones de habitabilidad de las familias con viviendas en situación de riesgo o vulnerabilidad. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Recuperado de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/24328>.
- Torres, D. (2022). Construcción sostenible y desarrollo urbano. Editorial Sostenible.
- Universidad del Guaviare Colombia. (n.d.). Vulnerabilidad Estructural de las Cubiertas en Guadua Huila. Recuperado de <http://repository.ugc.edu.co>
- Universidad EAN. (n.d.). Guadua: Una Alternativa para la Construcción de Vivienda de Interés Social. Recuperado de <http://repository.universidadean.edu.co>
- Vanga, G., Briones, O., Zevallos, I., & Delgado, D. (n.d.). Bioconstrucción de vivienda unifamiliar de interés social con caña Guadua angustifolia Kunth. *Novasinerгия*, ISSN 2631-2654. Recuperado de <http://novasinerгия.unach.edu.ec>
- Vásquez, C., & Sánchez, M. (2023). La caña guadua en la construcción moderna: Casos de estudio en Ecuador. Ediciones Ecológicas.
- Wix. (2 de Agosto de 2020). Obtenido de <https://pachamamitacreativos.wixsite.com/artesaniaislitoral/usos-beneficios-cana-guadua>
- Yacelga Díaz, J. G., & Nolivos Valiente, J. C. (2023). Construir con guadua: Tendencias en estudios a nivel de Latinoamérica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2). <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/6042>

ANEXOS

Anexo 1 Calibración del sistema hidráulico



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

CALIBRACION DE SISTEMA HIDRAULICO

FECHA: DICIEMBRE 28 de 2023

SISTEMA: ENERPAC RC-156 / 15 Ton

LECTOR: Manómetro ENERPAC G4039L / 0 - 10000 psi
Sub. Div. 100 psi

EQUIPO DE CALIBRACION: Prensa CONTROLS C47L4 / Ser. No. 99102662
Cap. 2000 kN

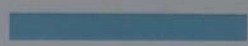


CARGA LEIDA	CARGA REAL
psi	PROMEDIO kN
1000	12,9
2000	27,0
3000	40,8
4000	54,9
5000	68,8
6000	83,1
7000	97,0
8000	111,0

CARGA REAL(kN) = LECTURA(psi)x0.014-1

VALIDEZ: Un (1) año


Ing. Fausto Bravo
Responsable Metrología

Anexo 2 Ensayo de resistencia



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL - FUNDACYT

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS CEINVES


RESISTENCIA A FLEXION EN ELEMENTOS PLANOS
ASTM D6109

FECHA: 07 DE FEBRERO DE 2024
CLIENTE: ANGY ZAMBRANO
REFERENCIA: LOSA ARMADA CON CAÑA GUADUA

MUESTRA	MATERIAL	FECHA RECEPCION	FECHA ENSAYO	Base mm	Altura mm	Inercia mm ⁴	Longitud (1) mm	Carga (2) N	Módulo de Rotura (3) MPa
1	Losa armada con caña	07-feb-24	07-feb-24	1000	150	281250000	830	40800	2,3

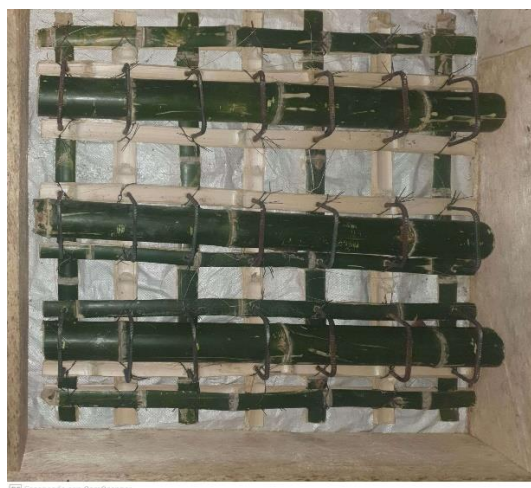
Observaciones:

- (1) La longitud es libre entre apoyos.
- (2) La carga fue aplicada con una viga en el centro, a manera de carga lineal.
- (3) El cálculo del Módulo de Rotura considera la fórmula:
 $e = Mc/I$, donde $M = \text{Carga} \times \text{Longitud} / 4$, $c = \text{Altura} / 2$, e I es la Inercia.



Ing. Luis O. Yápez R.
Responsable Técnico

Anexo 3 Evidencia fotográfico armado del encofrado



Elaborado por: Zambrano, A (2024)



Escaneado con CamScanner



Escaneado con CamScanner



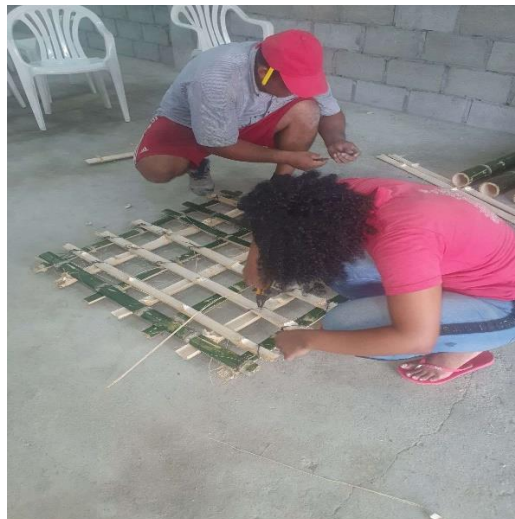
Escaneado con CamScanner



Escaneado con CamScanner



Escaneado con CamScanner



Escaneado con CamScanner

Elaborado por: Zambrano, A (2024)



Escaneado con CamScanner



Escaneado con CamScanner

Elaborado por: Zambrano, A (2024)

Anexo 4 Evidencia fotográfica fundición



Elaborado por: Zambrano, A (2024)