



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**ANALISIS DE LA FACTIBILIDAD DEL USO DE BAMBU (GUADUA
ANGUSTIFOLIA) EN LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN
EN VENEZUELA**

Autora:

Campos Lara Arybet del Carmen

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIOPÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD DEL USO DE BAMBU
(GUADUA ANGUSTIFOLIA) EN LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE
CONTENCIÓN EN VENEZUELA

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL

Autora:

Campos Lara Arybet del Carmen

CI: 15.147.595

Tutor Académico:

MSc. Jutzy Herrada

San Diego, abril del 2021



FI-L-004-2020-3CR (TG)

Valencia, 23 de marzo de 2021

Ciudadana:
CAMPOS, ARYBET DEL CARMEN.
C.I. 15.147.595
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 02-2021 de fecha 19-01-2021 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado *ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL USO DEL BAMBÚ (GUADUA ANGUSTIFOLIA) EN LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN EN VENEZUELA*. Presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación de la Ing. Jutzy Herrada C.I: 12.809.606 como Tutora Académica que la asesorara en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Dr. Francisco Gelanzé Sevilla
Decano

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

GF/fm



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, **MSc. Jutzy Herrada** portadora de la cédula de identidad **N°12.809.606** en mi carácter de tutor de trabajo de grado presentado por la ciudadana **Campos Lara Arybet del Carmen**, portadora de la C.I N° 15.147.595, titulado **“ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD DEL USO DE BAMBU (GUADUA ANGUSTIFOLIA) EN LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN EN VENEZUELA”** Presentado como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO CIVIL**, Considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 05 días del mes de abril del año 2021.

MSc. Jutzy Herrada

C.I: 12809606

AGRADECIMIENTO

A mi tutor académico MSc. Jutzy Herrada. Por su Valiosa asesoría académica, y gran pilar fundamental en la elaboración del trabajo de grado. Sus conocimientos, enseñanzas y tiempo tienen un gran valor, guiándome con paciencia en los momentos más difíciles cuando intentaba caer y cada una de sus palabras me impulsaban a seguir adelante y lograr esta maravillosa meta que hoy le agradezco.

A mi querida profesora Ing. Mariela Aular, por su apoyo constante y valiosos consejos que fueron primordiales y contribuyeron en el desarrollo de este trabajo.

A mis queridos tíos, Roxanna, Tío/Colega Néstor y Henry por siempre estar presentes y cada uno de sus consejos y llegar a cumplir la frase VAMOS a GRADUARNOS.

A mi amigo de la infancia, Samir Hoche, la vida me ha premiado con su valiosa amistad y apoyo. Siempre estas presentes en cada parte importante de mi vida.

A los profesores que me impartieron sus conocimientos y me ayudaron en cada paso que di.

A la Universidad José Antonio Páez, casa de estudio que me permitió crecer académicamente y tener una educación de calidad.

“Agradecida”

Arybet Campos Lara

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional y levantarme en momentos difíciles en el camino para lograr esta maravillosa meta. A mi virgencita y todos mis santos por brindarme su bendición a diario y acompañarme en cada instante, además de escuchar mis oraciones e iluminarme para darme fortaleza en todo momento.

A mí Querida y Amada Madre, Betty Lara por ser mi pilar de apoyo, este logro también es tuyo. Pues sin ti no lo hubiese logrado. Tu bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien. Por eso te dedico mi trabajo de grado por tu paciencia y amor madre mía, gracias por acompañame a culminar un peldaño más de mi vida... “Saranghae”.

A mi maravilloso y grandioso hermano, Arnoldo, por siempre impulsarme a ser mejor y lograr con éxito mi carrera TE QUIERO Hijo.

A mi Sobrina Stefany... la princesa de la casa, con su alegría y amor recarga de energía a Iha para seguir adelante.

A mi padre, José Francisco a pesar de la distancia, siempre presente conmigo. Quien, con su amor, paciencia y mucho esfuerzo me ha permitido seguir adelante y cumplir hoy mi meta, mil gracias I Love You.

A mi tío Raúl, mi segundo padre que siempre me apoyo a lo largo de mi carrera en instantes significativos conmigo y por siempre estar dispuesto a escucharme y ayudarme en cualquier momento “Bichito”.

Finalmente quiero dedicar esta tesis que desde el cielo siempre están presente y en mi corazón.... Mis Abuelos Francisca, Rafael y Tiita Livia, sé que desde el cielo están felices celebrando. “Este triunfo también es para ustedes”.

Atte. Arybet Campos Lara

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| CONTENIDO | pp. |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | ix |
| RESUMEN INFORMATIVO..... | x |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| | |
| CAPÍTULO | |
| | |
| I EL PROBLEMA | |
| 1.1 Planteamiento del Problema..... | 3 |
| 1.2 Formulación del Problema..... | 4 |
| 1.3 Objetivos de la Investigación..... | 4 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 5 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos..... | 5 |
| 1.4 Justificación..... | 5 |
| 1.5 Alcance..... | 6 |
| 1.6 Limitaciones..... | 6 |
| | |
| II MARCO TEÓRICO | |
| 2.1 Antecedentes..... | 7 |
| 2.2 Bases Teóricas..... | 10 |
| 2.2.1 Análisis de Factibilidad..... | 11 |
| 2.2.2 Factibilidad técnica..... | 11 |
| 2.2.3 Factibilidad Económica..... | 11 |
| 2.2.4 El Bambú..... | 11 |
| 2.2.5 Tipo de Bambú en Venezuela..... | 12 |
| 2.2.6 Guadua Angustifolia Características..... | 12 |
| 2.2.7 Uso del Bambú en la Construcción..... | 13 |
| 2.2.8 Muros de contención..... | 13 |
| 2.2.9 Consideraciones fundamentales en los muros..... | 14 |
| 2.2.10 Clasificación de los muros de contención por su Diseño..... | 18 |
| 2.2.11 Función de los muros de contención | 18 |
| 2.2.12 Tipo de muro | 18 |
| 2.2.13 Estabilidad..... | 21 |
| 2.3 Bases Legales..... | 21 |
| 2.4 Definición de términos..... | 23 |
| | |
| III MARCO METODOLÓGICO | |
| 3.1 Tipo de investigación..... | 25 |
| 3.2 Diseño de la investigación..... | 26 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 3.3 | Nivel de la investigación..... | 26 |
| 3.4 | Población y Muestra..... | 27 |
| 3.5 | Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 28 |
| 3.5.1 | Técnicas de Recolección de datos..... | 28 |
| 3.5.2 | Instrumentos de recolección de datos..... | 29 |
| 3.6 | Análisis de datos..... | 31 |
| 3.7 | Fases Metodológicas..... | 31 |
| IV RESULTADOS | | |
| 4.1 | Fases de la Investigación..... | 33 |
| 4.1.1 | Fase I Diagnosticar la necesidad de la factibilidad del uso de Bambú de Muros de Contención en Venezuela..... | 33 |
| 4.1.2 | Fase II Estudiar las características del Bambú, como material de la construcción en Venezuela..... | 34 |
| 4.1.3 | Fase III Determinar los beneficios de la utilización del Bambú en Muros de Contención..... | 48 |
| CONCLUSIONES..... | | 55 |
| RECOMENDACIONES..... | | 57 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | | 58 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA | | Pág. |
|---------------|---------------------------------------|-------------|
| 1 | Guadua Angustifolia..... | 13 |
| 2 | Muro..... | 14 |
| 3 | Volumen de tierra..... | 15 |
| 4 | Empuje contra el suelo | 16 |
| 5 | Empuje activo | 16 |
| 6 | Desplazamiento..... | 17 |
| 7 | Empuje pasivo..... | 17 |
| 8 | Empuje en reposo | 17 |
| 9 | Muro de gravedad | 19 |
| 10 | Muro de contención con voladizo | 20 |
| 11 | Muro con contrafuerte..... | 20 |
| 12 | Guía observación documental..... | 29 |

| | | |
|----|---------------------------------------|----|
| 13 | Corte de bambú | 35 |
| 14 | Secado natural..... | 37 |
| 15 | Secado artificial | 37 |
| 16 | Secado en estufa..... | 38 |
| 17 | Secado en estufa solar..... | 39 |
| 18 | Tratamiento por inmersión..... | 40 |
| 19 | Cortes más utilizado en el bambú..... | 43 |
| 20 | Uniones en cimentación..... | 44 |
| 21 | Uniones con amarre | 45 |
| 22 | Uniones con centro de madera..... | 46 |
| 23 | Muros drenaje..... | 53 |
| 24 | Muros en dos niveles | 53 |
| 25 | Muros laterales..... | 53 |
| 26 | Muros en 3 niveles | 54 |
| 27 | Tubería de gran diámetro..... | 54 |

ÍNDICE DE TABLAS

| TABLAS | | Pág. |
|---------------|---|------|
| 1 | Tabla de Valores de ϕ y γ | 15 |
| 2 | Características de la población..... | 27 |
| 3 | Técnicas e instrumento de recolección | 31 |
| 4 | Matriz FODA..... | 40 |
| 5 | Recomendaciones para utilizar el bambú..... | 51 |
| 6 | Comparación de las características del bambú y otros materiales.... | 52 |



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD DEL USO DE BAMBÚ “GUADUA
ANGUSTIFOLIA” EN LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONTENCION EN
VENEZUELA**

Autora: Campos Lara Arybet del Carmen

Tutora: MSc. Jutzy Herrada

Fecha: abril 2021

RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo el estudio de las características de la Guadua Angustifolia, con el propósito de analizar su uso en la construcción de muros de contención, para lo que se realizó una extensa revisión bibliográfica de experiencias al respecto, tanto en América Latina como en Venezuela. El estudio se justifica desde el punto de vista económico y ambiental, ya que, utilizando materiales innovadores como el Bambú, en la construcción de muros de contención, contribuyen al medio ambiente, proporcionando importantes características naturales de dureza y flexibilidad, a parte posee una sorprendente capacidad para adaptarse a los distintos tipos de terreno. Logrando ahorros en la construcción, de bajo costo para su ejecución, de la Factibilidad, demostrando la validez su uso para soportar cargas y obtener resultados satisfactorios, en suelos obtenidos en estudios en Venezuela y otros Países. La investigación estuvo enmarcada en un diseño documental, de tipo descriptivo. La importancia de determinar la posibilidad del uso del bambú radica en que no causa un impacto ambiental dañino; al igual que cualquier planta, contribuye a la mitigación de este daño, además de que su producción es posible a nivel nacional. Por esto, al lograr su utilización en el campo de la construcción, se promovería su siembra y así se contribuiría a disminuir el daño ambiental que se produce actualmente.

Descriptor Factibilidad, Bambú, Muro de contención

INTRODUCCIÓN

Las primeras construcciones en muros de contención, de las que se tiene conocimiento que aplicaban este concepto data del año 4000 A.C., en construcciones arquitectónico megalítico. Se cree que las primeras súper estructuras de los egipcios se destacaron por grandes construcciones de muros de contención en sus terrazas soportado sus magníficos templos considerada una de las mejores estructuras de contención del mundo antiguo.

Es así como gran parte de las actuales aplicaciones en ingeniería están orientadas a la innovación del empleo de nuevos materiales, en el caso de esta investigación será el Bambú (*Guadua Angustifolia*)

El bambú es uno de los materiales usados desde la más remota antigüedad por el hombre para aumentar su comodidad y bienestar. El bambú es una planta que se utiliza desde hace mucho, siendo entre los asiáticos donde más popularizado está su uso. Como crece velozmente su uso para la construcción tiene grandes beneficios en comparación con otros materiales como la madera. En el mundo de plástico y acero de hoy, el bambú continúa aportando su centenaria contribución y aun crece en importancia. Gran parte de la humanidad utiliza a diario el bambú debido a que se representa como una alternativa ante materiales más costosos y tal vez a un futuro su utilización sea de forma masiva, como fuente de energía y reemplazo de madera de árboles por tratarse de un material fácilmente renovable.

Básicamente, el levantamiento de un muro de contención que usa como material de construcción el Bambú *Guadua*, lo que se desea es rescatar la posibilidad de ejecutar obras de bajo impacto que, además de hermosas, puedan ser útiles para nuestro entorno. La utilización del bambú en esta clase de obras es recomendada para rehabilitar el terreno y facilitar las condiciones de siembra de algunas plantas cuya función principal es la de amarrar eficientemente el suelo con sus raíces. No se trata de competir con otros materiales más duraderos o resistentes, como los muros de

concreto o gaviones, sino de usar un recurso temporal que mientras se biodegrada permite la recuperación natural del terreno.

El diseño de muros de contención se realiza principalmente por tanteo ya que se debe definir ciertos parámetros que cumplan una correcta dimensión para que sea estable al volcamiento, deberá ser evaluada en el ámbito estructural y geotécnico para que no ocurran posibles volcamientos, hundimientos deslizamientos y estabilidad de taludes que influyan en la estructura.

El presente trabajo de grado investigativo tiene como propósito “Analizar la factibilidad del uso de Bambú (*Guadua Angustifolia*) en la construcción de muros de contención en Venezuela” que buscar opciones más accesibles, que mejoren el medio ambiente y restablezcan los terrenos de manera natural; asimismo no sean una carga económica y se puedan construir fácilmente. Este proyecto de investigación estará estructurado en cuatro capítulos:

Capítulo I, Denominado **El Problema**, Se abordan el planteamiento y la formulación del problema, los objetivos, la justificación y el alcance de la investigación.

Capítulo II, Correspondiente al **Marco Teórico**, formado por los antecedentes, las bases teóricas, bases legales y las definiciones de términos.

Capítulo III, En él se desarrolla el **Marco Metodológico** de la investigación, el cual comprende la metodología de la investigación, tipo de investigación, diseño de Investigación, nivel de la investigación, técnica e instrumento de recolección de datos, las fases de la investigación.

Capítulo IV, Resultados, donde se desarrollaron los objetivos de la investigación, llegando a las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

ELPROBLEMA

1.1.Planteamiento del problema

A nivel mundial la sociedad se ha visto envuelta en constantes cambios, debido a la búsqueda de nuevas alternativas que permitan la evolución y desarrollo de la humanidad, con la finalidad de crear una variedad de opciones que sean accesibles tanto para la población como para el medio ambiente. El sector de la construcción actualmente vive una revolución que, aparentemente, puede parecer más calmada que las que viven otros sectores. El mundo de la construcción ha pasado a evolucionar hacia un sector cada vez más amigable con el medio ambiente, basándose sobre todo en la reducción del consumo de recursos naturales no renovables y, por lo tanto, el aprovechamiento de materiales, el reciclado y la reusabilidad de los mismos.

En este orden de ideas se ha venido utilizando El bambú(*Guadua Angustifolia*), es una planta que aporta múltiples beneficios para el medio ambiente y el hombre. Presenta propiedades asombrosas, entre las que se destacan las características naturales de dureza y flexibilidad, a parte posee una sorprendente capacidad para adaptarse a los distintos tipos de terreno. La gran versatilidad de la guadua se debe en gran parte a su estructura anatómica y morfológica. “El bambú requiere solo el 57% de su masa cuando es usado como viga y solo un 40% cuando es usado como columna” (Janssen, 1988).

Es un material cien por ciento sostenible, la fibra crece rápidamente y se regenera sin problemas, no daña los suelos ni genera desperdicios. La metodología de construcción es más sencilla que la metodología tradicional sin generar contaminación. Las estructuras de bambú se pueden reparar más sencillamente que las construidas con materiales tradicionales. El uso de bambú es significativamente más económico, así como la mano de obra.

En la actualidad se considera que a este material se le da un buen uso, con métodos constructivos modernos, aunque aún empíricos y con muchas restricciones debido a que no está contemplado en las normas Sismo-Resistente vigentes venezolanas. Pero, sin embargo, esto solo es una de las tantas consecuencias de la falta de investigación y estudio en las propiedades mecánicas del material para conocer sus ventajas y desventajas frente a los materiales tradicionales en Venezuela, para la construcción de muros de contención.

Los muros de contención tienen como finalidad resistir las diferentes presiones laterales o de empujes producida por los materiales retenidos detrás de ellos, su estabilidad se obtiene por el peso propio y el peso del material que está sobre su fundación, los muros de contención poseen diferentes variabilidades que más convengan para su utilidad, condiciones de estudios geotécnico de suelo, costos y tiempos que acarrea la construcción del muro en las obras civiles.

Estos muros se construyen habitualmente de hormigón, mampostería, roca, gaviones o elementos prefabricados. Generalmente, no son más altos que la altura promedio de un hombre, pues de lo contrario su construcción resultaría muy difícil y costosa. Una nueva tendencia que ha cobrado auge es la utilización del Bambú. Por sus extraordinarias cualidades físicas, su forma y peso (liviandad), el bambú (*Guadua Angustifolia*) ha sido el material de construcción de uso más diversificado que haya existido, como material de construcción.

En atención a lo expuesto, se manifiestan algunas inquietudes, por lo que surgió la necesidad de Analizar la factibilidad del uso de Bambú (*Guadua Angustifolia*) en la Construcción de Muros de Contención en Venezuela, ya que se observan los múltiples beneficios que este material podría aportar en la construcción de estos haciéndolos ambientalmente más amigables.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera se podrían construir Muros de Contención Ecológicos?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Analizar la factibilidad del uso de bambú (*guadua angustifolia*) en la construcción de Muros de Contención en Venezuela

1.3.2-ObjetivosEspecíficos

- Diagnosticar la necesidad del análisis de factibilidad del uso de bambú en la construcción de Muros de Contención en Venezuela.
- Estudiar las características del Bambú, como material de construcción en Venezuela.
- Determinar los beneficios de la utilización del Bambú en Muros de Contención.

1.4. Justificación

La presente investigación tiene como propósito, dar respuesta a algunas inquietudes que se han puesto de manifiesto al buscar nuevas opciones en la construcción, que sean de bajo costo para la población y estén en armonía con el medio ambiente, y poder constatar que hay aspectos positivos en las propiedades de este material y de esta manera poder brindarle a los constructores la seguridad de que puede utilizarse perfectamente, como una alternativa en la construcción de muros de contención sin ningún problema.

La construcción ha avanzado y crecido con el desarrollo de la sociedad y de las nuevas tecnologías, todo con el objeto de satisfacer las necesidades cada vez más exigentes de la humanidad. Así han surgido nuevos materiales, nuevos métodos constructivos, nuevos sistemas y herramientas que facilitan la ejecución garantizando mayor seguridad y confort.

El bambú (*Guadua*) es un material que por sus características físicas y alta resistencia se utiliza como material de construcción en infinidad de obras

En estos tiempos tan difíciles hay que buscar opciones más accesibles, que mejoren el medio ambiente y restablezcan los terrenos de manera natural; asimismo, y en la medida de lo posible, que no sean una carga económica y se puedan construir fácilmente. De allí el uso del bambú en muros de construcción, ya que es una planta cuya función principal es la de amarrar eficientemente el suelo con sus raíces.

No se trata de competir con otros materiales más duraderos o resistentes, como los muros de concreto o gaviones, sino de usar un recurso temporal que mientras se biodegrade permita la recuperación natural del terreno.

Desde el punto de vista social, se puede decir que básicamente el levantamiento de un muro de contención que utiliza como material de construcción el bambú Guadua puede abaratar los costos constructivos en su elaboración, ejecutar una obra de bajo impacto que, además de hermosas, puedan ser útiles para el embellecimiento del paisaje donde se ejecute dicha obra.

Como aporte académico, se podrá ayudar a los estudiantes a tener un mayor conocimiento en diversos usos de materiales, para diseñar muros ante cualquier proyecto u obra civil durante el ejercicio de la carrera en el campo. Del mismo modo, será una fuente de consulta para futuros investigadores, por lo que podrán tomarla como antecedente en trabajos afines.

Como aporte técnico, verificando la factibilidad del uso de bambú en la construcción de muros de contención aporta los profesionales de la rama introducirlo como nuevo material constructivos y nuevas perspectivas de análisis, tal como es la relación de costos entre el bambú y materiales convencionales para la construcción

1.5. Alcance

Este trabajo de investigación estuvo basado en analizar la factibilidad técnica y económica del uso del Bambú en la construcción de muros de contención, para introducirlos en la ejecución de obras civiles. Tal estudio se baso principalmente en los beneficios de trabajar con materiales innovadores y se llevó a cabo apoyándose en estudios realizados y verificados anteriormente en otros países, por expertos en el tema.

1.6. Limitaciones

La investigación se encuentra limitada al uso del bambú para la construcción de muros de contención. Este estudio no incluye la utilización de este material en vigas y columnas, ni en ningún otro elemento estructural.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El presente Capítulo incluye la discusión teórica del trabajo. Está destinado al desarrollo de las variables presente en la investigación. Este incluye los antecedentes de la investigación, las Bases Teóricas, la Fundamentación Legal, Definición de Términos.

2.1 Antecedentes

Los antecedentes son todos aquellos estudios previos relacionados con la investigación; los cuales sirven a manera de referencia e indican que el tema es objeto de revisión debido a su relevancia. Según Tamayo y Tamayo (2009) afirman que los antecedentes "...tratan de hacer una síntesis conceptual de las investigaciones, y trabajo relacionado sobre el problema formulado con el fin de determinar el enfoque del mismo" (p.38). A continuación, se presentan los antecedentes relacionados con el estudio, en particular aquellos que permiten sustentar y apoyar esta investigación; Entre los que se encuentran: los principales aportes, tanto internacionales como nacionales.

Juárez (2019) de la Pontificia Universidad Católica del Perú presento su proyecto de grado titulado **“Uso y Rentabilidad del Bambú como Material Estructural de Construcción”** para optar al título de Ingeniero, El trabajo investigativo fue una investigación académica sobre el uso y rentabilidad del bambú como material de construcción. Esto se ha llevado a cabo por la búsqueda de materiales alternativos para la industria de la construcción que otorguen reducción de costos, menor impacto al medio ambiente y una mejor accesibilidad en comparación a los materiales tradicionales. Este trabajo se sustentará en primer lugar por el trabajo teórico, donde podemos decir que tendrá basamento documental. El marco teórico se hará mediante el método de análisis y deducción

Se puede determinar con el soporte investigativo de este proyecto el desarrollo al emplearse de una metodología de trabajo para la comprensión del uso del bambú en la construcción para lograr formar de cumplir el objetivo planteado, tomando en cuenta aspectos importante como lo que da este caso.

Gálvez(2017) de la Universidad de San Carlos de Guatemala presenta su proyecto, titulado Teoría, **Diseño y práctica con bambú, riesgo y sostenibilidad en San Antonio Suchitepéquez**. Tesis para optar el Título Arquitecto. El presente trabajo de tesis Realizado en el caserío Chegüez del mismo municipio, en donde su ubicación geográfica y las condiciones de vida limitan el bienestar y desarrollo de sus pobladores, es así como el resultado de esta investigación plantea la propuesta a nivel de anteproyecto de una vivienda unifamiliar progresiva desde el enfoque de arquitectura sostenible y una propuesta de conjunto a nivel de anteproyecto para el traslado de las viviendas que se encuentran en situación de vulnerabilidad, al mismo tiempo se pretende contribuir de alguna manera con el problema de vivienda en el país y que este documento pueda servir de referencia a aquellas personas o instituciones interesadas en el uso y aprovechamiento del bambú como material de construcción. Siendo dicha investigación de campo, con recopilación documental, haciendo el análisis de dicha información recopilada para poder hacer el diagnóstico.

El presente trabajo investigativo da un aporte en su metodología que describen la especie de bambú Guadua Angustifolia para construcción como recomendado para obtener material para “ayudada por el autor adquiriendo información que permite un mayor manejo en los términos a utilizado en la construcción con Bambú.

Pestana y Solorzano. (2016) presentaron su proyecto de grado de estructuras titulado **“Bambú como Alternativa Ecológica para la Construcción de Viviendas de interés Social, en sustitución de vigas y columnas de acero”**, para optar al título de Ingenieros Civiles en la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales “Rómulo Gallegos”. El proyecto de grado está enfocado en fundamentar estudios del bambú como alternativa ecológica para la construcción de viviendas, considerando que los sistemas constructivos tradicionales son unos de los mayores

consumidores de recursos naturales no renovable. Por esta razón se presenta el bambú como alternativa ecológica para la construcción de viviendas de interés social, en Sustitución de vigas y columnas de acero. El tipo de investigación es un estudio de campo de nivel descriptivo debido que la misma permite el registro y análisis de la información en el transcurso del estudio.

A la investigación da un gran aporte sobre las bases teóricas relacionadas con el desarrollo nuevas alternativas de uso de material que sean más amigables con el medio ambiente y que se inclinemás al desarrollo sostenible. Una temática que tiene respecto uso del bambúen como alternativa ecológica en las construcciones.

Jiménez. (2016) presentaron su proyecto de grado de estructuras titulado **“Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de fabricación de paneles industrializados de bambú (caña guadua), para la construcción de viviendas prefabricadas y encofrados, en el cantón Eloy Alfaro (Durán).”**, para optar al título de Ingenieros Comerciales en la Universidad de Guayaquil. La presente tesis de grado se resume en una investigación que permite analizar las condiciones en cuanto al uso del bambú como material alternativo en el sector de la construcción y específicamente en la construcción de viviendas de bajo costo como alternativa de satisfacción de las necesidades de vivienda de los segmentos de la población con menor capacidad adquisitiva. El desarrollo es realizado como una investigación de campo, cuyo principal instrumento son las encuestas, aplicado al mercado potencial a fines de determinar posibles alternativas de solución a la problemática existente.

Este aporta un análisis a las condiciones del uso de bambú guadua como material en la construcción que sean más aceptable con el medio ambiente y su factibilidad que se incline más al desarrollo sostenible.

También, Lucero, et al. (2012) presentaron su proyecto de grado de estructuras titulado **“Análisis y Diseño de Muros de Contención”**, para optar al título de Ingenieros Civiles en la Universidad Central de Ecuador (UCE). El proyecto de grado está enfocado en la elaboración de un manual práctico de forma simplificada de análisis y diseño de muros de contención y revestimiento, para que, tanto el

estudiante de ingeniería, como el profesional de la rama, tengan una guía y ayuda para resolver de la manera más adecuada y práctica los diferentes diseños. Esta investigación fue de tipo descriptiva bajo un diseño de investigación documental.

Aporta a la investigación el implemento de resultados, metodológicos y bases teóricas en el desarrollandotemático respecto al análisis de diseño de los muros de contención.

Flores (2008) de laUniversidad Nacional del Altiplano presenta su proyecto de grado titulado: **Eficiencia del diseño muro de contención de gran altura con técnica de tierra armada respecto al muro de contención de concreto armado en la ciudad de puno** tesis para optar el Título de Ingeniero Civil Por lo que planteo El diseño de un muro de contención de gran altura eficiente económica y técnicamente respecto al muro de contención de concreto armado ,evaluando los parámetros del suelo y las propiedades de los materiales de diseño geotécnico , técnica de tierra armada y diseñar el muro de contención de concreto armado con las mismas solicitaciones. Con la finalidad de evaluar la eficiencia de la propuesta en cuanto a comportamiento mecánico (desempeño estructural) y costos respecto al método convencional de un muro de concreto armado. Es una investigación descriptiva comparativa, que tiene como objetivo determinar las características y establecer relaciones entre los dos tipos de muro de contención.

En este sentido, este trabajo investigativo aporta en la manera como desarrolla metodología que aclaran dudas en el procedimiento analítico del diseño geotécnico en muro de contención en la elaboración de la manejabilidad del uso de materiales en la construcción y diseños para así lograr obtener los resultados requeridos en los parámetros geotécnicos del suelo.

2.2 -Bases Teóricas

Según Arias (2012), “...las bases teóricas implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado.” (p. 107). Por tal motivo las fuentes que

se presentan a continuación conforman la fundamentación bibliográfica que sustentan el análisis y la descripción del objeto de estudio de la investigación.

2.2.1 Análisis de factibilidad

El estudio de factibilidad es un instrumento que sirve para orientar la toma de decisiones en la evaluación de un proyecto y corresponde a la última fase de la etapa pre-operativa o de formulación dentro del ciclo del proyecto. Se formula con base en información que tiene la menor incertidumbre posible para medir las posibilidades de éxito o fracaso de un proyecto, apoyándose en él se tomará la decisión de proceder o no con su implementación.

2.2.2 Factibilidad técnica

La factibilidad técnica determina si se dispone de los conocimientos, habilidades, equipos o herramientas necesarios para llevar a cabo los procedimientos, funciones o métodos involucrados en un proyecto. De esta forma, permite conocer si es factible (realizable) un proyecto con los recursos técnicos existentes o ampliando estos, si fuera necesario.

2.2.3 Factibilidad económica

Es el análisis de los costos e ingresos de un proyecto en un esfuerzo por determinar si resulta o no lógico y posible poder completarlo. Es un tipo de análisis de costo-beneficio del proyecto examinado, que evalúa si es posible implementarlo.

Este término significa la evaluación y el análisis del potencial de un proyecto para respaldar el proceso de toma de decisiones, mediante la identificación objetiva y racional de sus fortalezas, debilidades, oportunidades y riesgos asociados. Además, los recursos que se necesitarán para implementar el proyecto y una evaluación de sus posibilidades de éxito.

2.2.4 El bambú

Según Candelaria, Mejía, Bárcenas(2002) Los bambúes son plantas de la familia de las gramíneas (Poaceae). Algunos son herbáceos y otros leñosos, que desarrollan varios culmos (cañas o tallos) al año, con alturas que van de 1 hasta 60 m de altura y un diámetro de hasta 30 cm cerca de la base. Casi todos son verticales,

aunque algunas especies tienen tallos flexionados en las puntas, unos crecen en forma aglutinada, formando espesuras impenetrables y otros en forma lineal.

En el planeta existen 1200 especies y 90 géneros de bambú, distribuidas en los cinco continentes, se asocian principalmente en áreas tropicales y subtropicales, solamente en Europa no existen especies nativas. Los diferentes tipos de bambú se agrupan en cuatro géneros principales: Arundinaria, Bambusa, Phyllostachy y Sasa, la mayoría tienen hojas perennes.

En América se tienen identificadas 345 especies, distribuidas desde el sur de Estados Unidos, pasando por México, a lo largo y ancho de Centroamérica, en las Islas del Caribe y en América del Sur hasta el sur de Chile.

2.2.5 Tipos de bambú en Venezuela

En Venezuela se citan 81 especies entre leñosas y herbáceas, que incluyen los géneros Arthrostylidium, Atractantha, Aulonemia, Chusquea, Elytostachys, Guadua, Merostachys, Myriocladus, Neurolepis y Rhytidocladum, Bambusa, Arundo, Gynerium, Dendrocalamus y Phyllostachys. Las especies de bambú se localizan desde las zonas bajas hasta las montañas andinas, siendo los géneros Guadua y Elytostachys más abundantes en tierras bajas, mientras que Neurolepis y Chusquea son más frecuentes en ambientes montañosos (Judziewicz et al., 1999).

2.2.6 Guadua angustifolia característica

Durante siglos, el bambú ha sido utilizado en la vida cotidiana de diferentes culturas por todo el mundo. Una planta, tipo gigantesca y extraordinaria, conocida como Guadua Angustifolia, es considerada una de las 20 mejores especies de bambú en el mundo. En 1822, el botánico alemán Kunth describió a la Guadua como un género segregado del asiático, Bambusa. Kunth usó la palabra indígena "*guadua*" (hoja estrecha), que era el nombre dado a este bambú entre las comunidades nativas de Colombia y Ecuador. Este material amigable con el usuario y el medio ambiente (a menudo denominado como "el acero vegetal") se emplea actualmente para un sinnúmero de usos; trabajos de muebles y artesanías, material de construcción, paneles (madera contrachapada, laminados, pisos), industria bioenergética,

instrumentos musicales, elaboración de casas, etc. Se puede decir que el bambú Guadua, es el bambú más importante de las Americas. La razón es simple: ningún otro recurso natural posee más: versatilidad, ligereza, flexibilidad, resistencia, dureza, adaptabilidad climática, resistencia sísmica, crecimiento rápido, fácil manejo y calidez visual. (Ver Figura 1)

El bambú Guadua es un material que por sus características físicas y alta resistencia se utiliza como material de construcción en infinidad de obras.



Figura 1 Guadua Angustifolia

<https://www.google.com/search?q=guadua+angustifolia>

2.2.7 Uso del bambú en la construcción

El bambú es uno de los materiales usados desde la más remota antigüedad por el hombre para aumentar su comodidad y bienestar. En el mundo de plástico y acero de hoy, el bambú continúa aportando su centenaria contribución y aun crece en importancia. Gran parte de la humanidad utiliza a diario el bambú debido a que se representa como una alternativa ante materiales más costosos y tal vez a un futuro su utilización sea de forma masiva, como fuente de energía y reemplazo de madera de árboles por tratarse de un material fácilmente renovable.

2.2.8 Muros de contención

Según Fratelli (1993) Los muros de contención o sostenimiento de tierra cumplen la función de soportar el empuje temporal o permanente del suelo cuando las

condiciones naturales no permiten que la masa adopte su talud normal. el diseño de muros de contención estables y seguros deben cumplir las siguientes condiciones:

- ✓ El muro debe establecer la necesaria resistencia estructural para soportar las solicitaciones debido a los empujes impuestos
- ✓ El muro debe cumplir con los requisitos necesarios para evitar su volamiento y el deslizamiento por efecto de las cargas horizontales o inclinadas aplicadas sobre el
- ✓ No debe superar los valores admisibles de asentamiento bajo la presión del muro en el suelo de fundación, ni una falla por superar los esfuerzos límites (ver figura 2).



Figura 2 Muro de Contención
<http://www.construmatica.com>

2.2.9 Consideraciones fundamentales en los muros

Según Torres, (2008) un volumen de tierra sin cohesión alguna, derramando libremente sobre un plano horizontal, toma un perfil de equilibrio que no define el ángulo de talud natural de la tierra o Angulo de fricción interna del suelo

Las partículas resbalan a lo largo del talud A-B, o talud natural de las tierras, que constituye la inclinación límite, más allá de la cual la partícula no puede mantenerse en equilibrio. En la figura 3, se muestra un volumen de tierra derramado libremente y las fuerzas que origina una partícula sobre el talud. Considerando un elemento de peso **p** que reposa sobre el talud, la componente según el talud vale:

$p \cdot \text{Sen } \phi$, y el equilibrio se establece entredicha componente y la fricción que se desarrollaría por el efecto de la componente normal al talud: $p \cdot \text{Cos } \phi$, al ponerse en movimiento dicha partícula(ver figura 8).

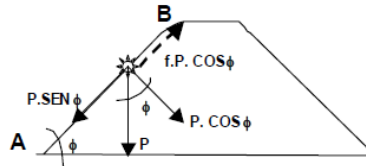


Figura 3 Volumen de Tierra derramado las Fuerzas
<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/rafaeltorres/publicaciones>

Si designamos f el coeficiente de fricción de las tierras consigo mismas, la fuerza defricción originada por el peso de la partícula en la dirección del talud A-B es:

$$f \cdot p \cdot \text{Cos } \phi.$$

En el equilibrio:

$$p \cdot \text{Sen } \phi = f (p \cdot \text{Cos } \phi) \quad (1)$$

$$f = \text{Tan } \phi \quad (2)$$

Por lo tanto, la tangente del ángulo del talud natural es igual a la fricción interna de las tierras. El ángulo ϕ y el peso específico de los suelos γ , son variables y dependen del tipo de suelo y del estado de humedad, etc. (Ver en la Tabla 1), se indican valores ϕ y γ ,

| Clase de Material | ϕ | γ (T/m ³) |
|---------------------------------|-----------|------------------------------|
| Tierra de terraplenes, seca | 35° a 40° | 1.400 |
| Tierra de terraplenes, húmeda | 45° | 1.600 |
| Tierra de terraplenes, saturada | 27° | 1.800 |
| Arena seca | 35° | 1.600 |
| Arena húmeda | 40° | 1.800 |
| Arena saturada | 25° | 2.000 |
| Gravilla seca | 35° a 40° | 1.850 |
| Gravilla húmeda | 25° | 1.860 |
| Grava de cantos vivos | 45° | 1.800 |
| Cantos rodados | 30° | 1.800 |

Tabla 1. Valores de ϕ y γ para diferentes tipos de suelos
<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/rafaeltorres/publicaciones>

Correspondientes a distintos tipos de suelos que se consideran desprovistos de cohesión, valores pueden ser de interés para las aplicaciones prácticas.

Si por cualquier circunstancia es preciso dar a las tierras un talud mayor que ϕ , será necesario evitar su derrumbamiento, colocando un muro de sostenimiento o de contención, que constituye un soporte lateral para las masas de suelo, (ver figura 4).

El tipo de empuje que se desarrolla sobre un muro está fuertemente condicionado por la de portabilidad del muro. En la interacción muro-terreno, pueden ocurrir en el muro deformaciones que van desde prácticamente nulas, hasta desplazamientos que permiten que el suelo falle por corte. Pueden ocurrir desplazamientos de tal manera que el muro empuje contra el suelo, si se aplican fuerzas en el primero que originen este efecto.

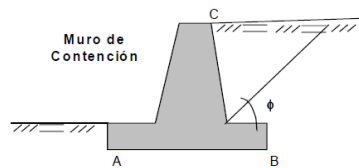


Figura 4Empuje Contra el Suelo

<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/rafaeltorres/publicaciones>

Si el muro de sostenimiento cede, el relleno de tierra se expande en dirección horizontal, originando esfuerzos de corte en el suelo, con lo que la presión lateral ejercida por la tierra sobre la espalda del muro disminuye gradualmente y se aproxima al valor límite inferior, llamado **empuje activo de la tierra**,(ver figura 5).

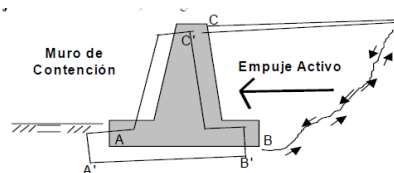


Figura 5 Empuje Activo

<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/rafaeltorres/publicaciones>

Si se retira el muro lo suficiente y pierde el contacto con el talud, el empuje sobre él es nulo y todos los esfuerzos de corte los toma el suelo, (ver figura 6).

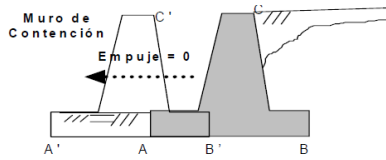


Figura 6 Desplazamientos

<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/rafaeltorres/publicaciones>

Si el muro empuja en una dirección horizontal contra el relleno de tierra, como en el caso de los bloques de anclaje de un puente colgante, las tierra así comprimida en la dirección horizontal originan un aumento de su resistencia hasta alcanzar su valor límite superior, llamado **empuje pasivo de la tierra**,(ver figura 7). Cuando el movimiento del muro de origen a uno de estos dos valores límites, el relleno de tierra se rompe por corte.

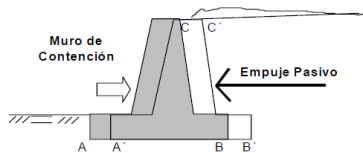


Figura 7 Empuje Pasivo de la Tierra

<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/rafaeltorres/publicaciones>

Si el muro de contención es tan rígido que no permite desplazamiento en ninguna dirección, las partículas de suelo no podrán desplazarse, confinadas por el que las rodea, sometidas todas ellas a un mismo régimen de compresión, originándose un estado intermedio que recibe el nombre de **empuje de reposo de la tierra**, (ver figura 8).

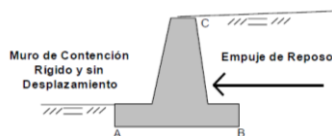


Figura 8Empuje de reposo

<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/rafaeltorres/publicaciones>

Se puede apreciar que los empujes de tierra se encuentran fuertemente relacionados con los movimientos del muro o pared de contención. Dependiendo de la interacción muro-terreno se desarrollarán empujes activos, de reposo o pasivos, siendo el empuje de reposo una condición intermedia entre el empuje activo y el pasivo.

2.2.10. Clasificación de los muros de contención por su diseño:

- **Muros con talón y puntera:** para construir este muro es necesario sobrepasar la línea de edificación, a nivel de los cimientos.
- **Muros sin talón:** por lo general al construirlo resulta con un aumento de dimensión en la puntera de la zapata.
- **Muros con talón:** En el primer caso, necesitan sobrepasar la línea de edificación. el resultado es similar al muro sin talón, pero trabaja de otra manera; esta es la mejor solución ante inestabilidades por posible vuelco.

2.2.11. Función de los muros de contención

- **Contención de tierras:** Cuando el muro se destina a contener sólidos, éstos por lo general son tierras; la impermeabilización y el drenaje son dos aspectos importantes para controlar el paso de agua del terreno hacia el interior de la edificación.
- **Contención de líquidos:** Para esta función es necesario conseguir la continuidad del hormigón a fin de lograr una buena impermeabilización. Para ello se efectúa un vibrado con un control adecuado, para evitar huecos y juntas.

2.2.12. Tipos de muros:

Los muros de contención por gravedad, muros de contención ligeros (a flexión): armado, y la estabilidad está en relación a la gran resistencia del material empleado. el diseño del muro debe impedir que flexione, ni produzca desplazamientos horizontales o vuelque, pues debido a los empujes, el muro tiende a deformarse. En la flexión aparecen esfuerzos de tracción y compresión. Otros tipos de muros de contención muros de mamposterías de piedras. Muros de concreto ciclópeo.

Gaviones tablestacados. Muro pantalla. Muros prefabricados. Pantallas o muros anclados. Muros en voladizos de concreto armado. Muros con contrafuertes.

Los tipos de muros de contención son:

- **Muros de gravedad:**

Según Torres,(2008),Son muros con gran masa que resisten el empuje mediante su propio peso y con el peso del suelo que se apoya en ellos; suelen ser económicos para alturas moderadas, menores de 5 m, son muros con dimensiones generosas, que no requieren de refuerzo. En cuanto a su sección transversal puede ser de varias formas, en la figura 9 se muestran algunas secciones de ellas.

Los muros de gravedad pueden ser de concreto ciclópeo, mampostería, piedra o gaviones. La estabilidad se logra con su peso propio, por lo que requiere grandes dimensiones dependiendo del empuje. La dimensión de la base de estos muros oscila alrededor de 0,4 a 0,7 de la altura. Por economía, la base debe ser lo más angosta posible, pero debe ser lo suficientemente ancha para proporcionar estabilidad contra el volcamiento y deslizamiento, y para originar presiones de contacto no mayores que las máximas permisibles (ver figura 9).

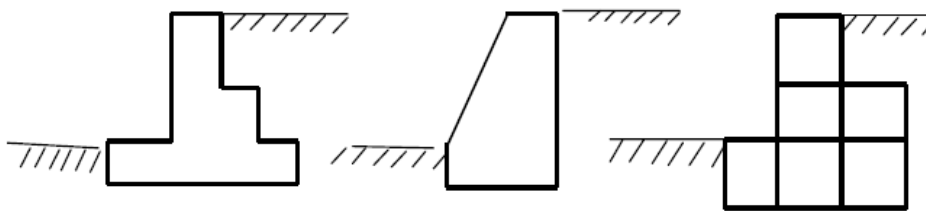


Figura 9 Muros de Gravedad

<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/rafaeltorres/publicaciones/Texto%201/Muros%20de%20Contenci%F3n-2008-RT.pdf>

- **Muros en voladizo o en ménsula:**

Este tipo de muro resiste el empuje de tierra por medio de la acción en voladizo de una pantalla vertical empotrada en una losa horizontal (zapata), ambos adecuadamente reforzados para resistir los momentos y fuerzas cortantes a que están sujetos, en la figura 10 se muestra la sección transversal de un muro en voladizo.

Estos muros por lo general son económicos para alturas menores de 10 metros, para alturas mayores, los muros con contrafuertes suelen ser más económicos. La forma más usual es la llamada **T**, que logra su estabilidad por el ancho de la zapata, de tal manera que la tierra colocada en la parte posterior de ella, ayuda a impedir el volcamiento y lastra el muro aumentando la fricción suelo-muro en la base, mejorando de esta forma la seguridad del muro al deslizamiento.

Estos muros se diseñan para soportar la presión de tierra, el agua debe eliminarse con diversos sistemas de drenaje que pueden ser barbacanas colocadas atravesando la pantalla vertical, o sub-drenajes colocados detrás de la pantalla cerca de la parte inferior del muro. Si el terreno no está drenado adecuadamente, se puede presentar presiones hidrostáticas no Deseables (ver figura10).

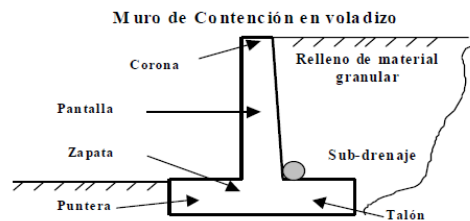


Figura 10 Muro de contención en voladizo

<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/rafaeltorres/publicaciones/Texto%201/Muros%20de%20Contenci%F3n-2008-RT.pdf>

- **Muros con contrafuertes:**

Los contrafuertes son uniones entre la pantalla vertical del muro y la base. La pantalla de estos muros resiste los empujes trabajando como losa continua apoyada en los contrafuertes, es decir, el refuerzo principal en el muro se coloca horizontalmente, son muros de concreto armado, económicos para alturas mayores a 10 metros (ver figura11).

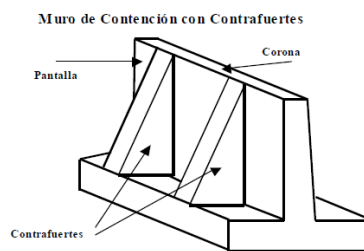


Figura 11 Muros con contrafuertes:

<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/rafaeltorres/publicaciones/Texto%201/Muros%20de%20Contenci%F3n-2008-RT.pdf>

2.2.13. Estabilidad

El análisis de la estructura contempla la determinación de las fuerzas que actúan por encima de la base de fundación, tales como empuje de tierra, peso propio, peso de la tierra de relleno, cargas y sobrecargas con la finalidad de estudiar la estabilidad al volamiento y deslizamiento, así como el valor de las presiones de contacto.

El peso propio del muro: esta fuerza actúa en el centro de gravedad de la sección, y puede calcularse de manera fácil subdividiendo la sección del muro en áreas parciales sencillas y de propiedades geométricas conocidas.

La presión que la tierra ejerce sobre el muro que la contiene mantiene una relación directa con el desplazamiento del conjunto, en el estado natural si el muro no se mueve se dice que existe presión de reposo; si el muro se mueve alejándose de la tierra o cede, la presión disminuye hasta una condición mínima denominada presión activa. Si el muro se desplaza contra la tierra, la presión sube hasta un máximo denominado presión pasiva.

2.3.- Bases Legales

Según Villafranca D. (2002) “Las bases legales no son más que leyes que se sustentan de forma legal el desarrollo del proyecto” explica que las bases legales “son leyes, reglamentos, y normas necesarias en algunas investigaciones cuyo tema así lo amerite”.

En primera instancia debe destacarse que, ante todo, las leyes que establezca las ordenanzas dentro del margen legal en la **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela o Carta Magna**, el artículo 156, el cual establece: “Es de la competencia del Poder Público Nacional: ... 19. El establecimiento, coordinación y unificación de normas y procedimientos técnicos para obras de ingeniería, de arquitectura y de urbanismo, y la legislación sobre ordenación urbanística...”

Apoyándose en las leyes vigentes que soporten proyecto a ser desarrollado para tal fin, en la cual debe cumplir dentro del parámetro de leyes que se ringan en Venezuela.

De la misma manera en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999)Capítulo IX de los Derechos Ambientales, manifiesta:

... “supera, con una visión sistemática o de totalidad, la concepción del conservacionismo clásico que sólo procuraba la protección de los recursos naturales como parte de los bienes económicos”... “impulsados por una necesidad y una tendencia mundial, los postulados constitucionales exigen que la normativa en esta materia responda a políticas ambientales de amplio alcance que se inscriban en los parámetros contenidos en los tratados internacionales de carácter ambiental, todo ello con el objeto de garantizar un desarrollo ecológico, social y económicamente sustentable, en el que el uso de los recursos por parte de las presentes generaciones no comprometa el patrimonio de las futuras”.

Cuando se hace referencia al bambú como un producto natural que puede ser empleado como material de construcción, se debe tener claro, que estas plantas, aunque son de rápido crecimiento (cinco años), es necesario que haya un equipo multidisciplinario organizado por el Estado, para que proteja este producto y constantemente haga revisiones y análisis de su buen aprovechamiento como producto natural.

Ley Orgánica del Ambiente (2006)

TÍTULO I

Artículo 11

“Corresponde al Estado, por órgano de las autoridades competentes, garantizar la incorporación de la dimensión ambiental en sus políticas, planes, programas y proyectos para alcanzar el desarrollo sustentable”

En la actualidad, el Estado venezolano debe promover el desarrollo sustentable, el mismo se logra desde muchas perspectivas, en este trabajo se hace la proyección desde el uso adecuado del bambú, el cual, como material apto para la

construcción, va a permitir el desarrollo con menor uso de materiales y a precios más accesibles.

De la calidad ambiental

Artículo 12

El Estado, conjuntamente con la sociedad, deberá orientar sus acciones para lograr una adecuada calidad ambiental que permita alcanzar condiciones que aseguren el desarrollo y el máximo bienestar de los seres humanos, así como el mejoramiento de los ecosistemas, promoviendo la conservación de los recursos naturales, los procesos ecológicos y demás elementos del ambiente, en los términos establecidos en esta Ley.

De igual forma, en este artículo se precisa la mejor manera de proteger al ambiente, a través de condiciones de calidad que no agrede los ecosistemas y que permita que las personas tengan una mayor calidad de vida.

2.4.- Definición de términos básicos.

Anclaje:son dispositivos constituidos por tirantes o por barras rígidas que integradas en un talud de roca o en ciertas partes de una obra (muros, zapatas, etc.) pueden, trabajando a tracción, aumentar su resistencia y estabilidad.

Angulo de fricción: es una propiedad de los materiales granulares el cual tiene una interpretación física sencilla, al estar relacionado con el ángulo de reposo o máximo ángulo posible para la pendiente de un conjunto de dicho material granular

Cohesión:se conoce como la acción y efecto de adherirse las cosas entre sí, bien sea materiales o inmateriales, como las ideas

Deslizamiento:es un tipo de corrimiento o movimiento en la masa de la tierra, provocado por la inestabilidad de un talud

Empuje: es una fuerza de acción descrita cuantitativamente por la tercera ley de Newton. Cuando una masa es acelerada, o un sistema expelle materia, en una dirección y sentido fijo, la masa acelerada causará otra fuerza sobre el sistema igual en magnitud, en la misma dirección, pero en sentido contrario

Empuje activo: se produce cuando la estructura de contención se mueve una magnitud “x”, de forma que el terreno se descomprime. Por tanto, emplearemos este empuje en el cálculo de muros de contención o muros en ménsula que son libres de moverse en cabeza

Empuje pasivo: se produce cuando la estructura de contención es la que empuja contra el terreno (en la gráfica se mueve una magnitud “x”, en sentido inverso al que lo hacía el activo)

Factibilidad: Se refiere a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señalados. Generalmente la factibilidad se determina sobre un proyecto.

FODA: significa Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, de las cuales las fortalezas y debilidades son interna de nuestra empresa o idea, mientras que las oportunidades y amenazas son externas.

Muro: Son obras de ingeniería muy antiguas que se utilizan para contener el terreno ganar espacios en taludes o crear niveles en el desarrollo de terrenos con pendiente.

Talud: Se llama talud a la inclinación que se da a las tierras para que se sostengan las unas a las otras.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

La metodología del proyecto que se presenta a continuación, incluye el tipo, nivel y diseño de investigación, población y muestra, las técnicas e instrumentos de procesamiento de datos y la forma en cómo estos se analizaron. Es el cómo se realizará el estudio para responder al problema planteado. Según Palella (2010): El Marco Metodológico se refiere:

A la epistemología del método, paradigma o enfoque de la investigación, diseño, tipo y nivel y modalidad de investigación (en caso de que proceda). También incluye la población y muestra, así como las técnicas e instrumentos aplicables a la recolección de información. (p. 194)

Teniendo presente lo citado, el marco metodológico constituye el conjunto de pasos necesarios para ubicar el estudio en una tipología, su nivel de profundidad, el plan que comprende las etapas necesarias para recabar información y procesarla a través de herramientas y técnicas adaptadas a las características específicas de la investigación.

3.1 Tipo de Investigación

“La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”. Arias (2012)

Por lo cual, la presente investigación es considerada descriptiva debido a que se estudiaron las características del bambú tal cual se presentan, sin modificar ninguna de ellas, con el objetivo de analizar su factibilidad en el uso del mismo para la construcción de muros de contención, aportando así soluciones a los problemas que enfrenta la humanidad en el presente y cuidando las necesidades de las futuras generaciones.

3.2 Diseño de la investigación

Arias (ob.cit) Establece que “el diseño de investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado”. El diseño que soporta el desarrollo de la investigación es de tipo no experimental apoyado en una Investigación Documental.

El Manual de trabajo de Grado de Especializaciones y Maestrías y Tesis Doctorales de la universidad Experimental Libertador. (2016), describe la investigación documental como:

Se entiende por Investigación Documental, el estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo, principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos. La originalidad del estudio se refleja en el enfoque, criterios, conceptualizaciones, reflexiones, conclusiones, recomendaciones y, en general, en el pensamiento del autor (p.20).

De este modo, la presente investigación es de carácter documental puesto que la misma se nutre de los estudios ya realizados y viene a unificar los diversos criterios mediante una revisión crítica del estado del conocimiento referido a los principales factores involucrados en la construcción de muros de contención con el uso de la *Guadua Angustifolia*.

3.3 Nivel de la investigación

El nivel de investigación se refiere al esquema general o marco estratégico que le da unidad, coherencia, secuencia y sentido práctico a todas las actividades que se emprenden para buscar respuesta a un problema y objetivos planteados. Por lo tanto, la Investigación es Evaluativa, según Hurtado, Jacqueline. (2006):

La investigación evaluativa es aquella que analiza la estructura, el funcionamiento y los resultados de un programa con el fin de proporcionar información de la cual se puedan derivar criterios útiles para la toma de decisiones con respecto a la administración y desarrollo del programa evaluado. (p.365 - 366).

3.4. Población y Muestra

3.4.1. Población

Según el autor Arias (2006, p. 81) define población como “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”. Cabe resaltar que la población de estudio es de tipo finito, según Ramírez (1999), una población finita es aquella cuyos elementos en su totalidad son identificables por el investigador, por lo menos desde el punto de vista del conocimiento que se tiene sobre su cantidad total.

En este sentido, las poblaciones que conforman la investigación están basadas en información documental de diversas fuentes como lo son: trabajos de investigación, artículos, revistas, libros, reportes informativos entre otros materiales documentales. La información recopilada fue seleccionada bajo criterio propio basada en los requerimientos de la investigación.

En este trabajo de grado, comprende trabajos de investigación, informes, libros y revistas, publicados en portales web.

Tabla 2. Características de la población

| CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN TRABAJO, DOCUMENTOS E INFORMES | | |
|---|-----------|---------------------------|
| POBLACIÓN | CONTENIDO | TIPO |
| 27 | 6 | Trabajos de investigación |
| | 9 | Informes |
| | 2 | Libros |
| | 10 | Revistas |

Fuente: Campos, A. (2021)

De esta manera, se maneja un total de 27 documentos relacionados al tema desarrollado donde 06 de ellos son trabajos de investigación, 09 informes, 2 libros y 10 revistas.

3.4.2 Muestra

La muestra está definida por Tamayo y Tamayo (2006), como: "el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en totalidad de una población universo, o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada" (p.176).

Así mismo, esta puede ser considerada de forma probabilística y no probabilística, en el presente estudio se utilizó de forma no probabilística, de esta manera representó un proceso de selección aleatoria. Por lo cual, fueron seleccionados en función de su accesibilidad o a criterio personal e intencional del tutor del investigador.

3.5. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnica

El Manual de Tesis de Grado y Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Libertador, (2016) la define:

Como las respuestas de cómo hacer los procedimientos de actuación concreta que deben seguirse para recorrer las diferentes fases del método. Las técnicas son de carácter práctico y operativo y el método es de carácter global y de coordinación de operaciones.

- **Observación documental:** Según Hurtado (2008) la define como “una técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la forma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros, o como textos que en sí mismos constituyen los eventos de estudio.” (p. 427)

Libros, fotos, vídeos, grabaciones de audio, artículos, trabajos de grado, entre otros.

- **Observación Participante:**

Es una técnica flexible de investigación en la cual se recogen datos, de modo sistemático, pero no intrusivo. El investigador debe vencer en el proceso de socialización con el grupo a investigar, para que sea aceptado como parte del mismo y luego decide: dónde, cómo, qué debe escuchar y observar. Sampieri, R. (2018)

3.5.2. Instrumentos

Según Arias, Fideas (2006) “un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información.” (Pág. 69).

Se elaboró una Guía de observación documental, donde fueron registrados los aspectos más relevantes que tenían relación con la investigación, para tal fin (pcc.faces.ula.ve) propone que el instrumento contenga los siguientes datos:

| GUIA DE OBSERVACIÓN DOCUMENTAL | |
|---|------------|
| DATOS GENERALES DEL DOCUMENTO | |
| Título: | |
| Autor: | |
| Fecha de publicación: | |
| Fecha de revisión: | Hora: |
| DATOS ESPECÍFICOS DEL DOCUMENTO | |
| Categorías a considerar según los objetivos | Resultados |

Figura 12 Guía de Observación Documental
Fuente: Guía de observación documental. (pcc.faces.ula.ve)

Matriz FODA. Para utilizar esta herramienta, es necesario conocer su definición, www.matrizfoda.com explica:

Lassiglas FODA, es un acrónimo de Fortalezas (factores críticos positivos con los que se cuenta), Oportunidades, (aspectos positivos que se pueden aprovechar utilizando las fortalezas), Debilidades, (factores críticos negativos que se deben eliminar o reducir) y Amenazas, (aspectos negativos externos que podrían obstaculizar el logro de los objetivos).

Esta herramienta es muy beneficiosa ya que puede ser aplicada en cualquier situación siempre que esté actuando como objeto de estudio la situación analizada y lo que esta representa en la matriz es particular de ese momento.

De la combinación de fortalezas con oportunidades, surgen las potencialidades, que señalan las líneas de acción más conveniente de la estructura del diseño.

Las limitaciones, determinadas por una combinación de debilidades y amenazas, ponen una seria advertencia, mientras que los desafíos y riesgos, determinados en su

correspondiente combinación de factores, requieren una cuidadosa atención a la hora de marcar el rumbo que la propuesta tendrá en el futuro.

Para la construcción de la matriz estrategia se debe tratar de identificar los aspectos relevantes como la estructura organizacional, las finanzas, políticas de estado, lineamientos empresariales, factores ambientales, logística, mercadotecnia inventarios, investigación, relaciones comunitarias, gremios relacionados, etc. Las oportunidades o problemas no pueden ser creados, se deben prever con anterioridad y estar preparado para ello.

En este sentido, para la fase de diseño se debe construir una matriz de acciones y estrategias que se relacionan con cada una de las celdas de la matriz DOFA, las mismas se deben agrupar de la siguiente manera:

✓ **Estrategias y Acciones DO:** En este grupo de acciones se deben reunir los planes conducentes a cada una de las debilidades que se consideraron como oportunidades de mejoramiento del grupo de trabajo o que representan ajustes positivos para el proyecto.

✓ **Estrategias y Acciones DA:** En este grupo de acciones se deben reunir los planes conducentes a cada una de las debilidades que se consideraron como amenazas para el proyecto. Estas acciones deben ser muy precisas y lo suficientemente analizadas, ya que representan debilidades del grupo de trabajo que ponen en riesgo directo el éxito del proyecto. El nivel de prioridad de estas acciones se debe considerar como muy alto.

✓ **Estrategias y Acciones FO:** En este grupo de acciones se deben reunir los planes conducentes a cada una de las fortalezas internas o externas que fueron consideradas como oportunidades que tienen el grupo de trabajo para potencializar y asegurar el éxito del proyecto. Es así, que se deben presentar acciones que permitan aprovechar al máximo estas fortalezas que favorecen en la ejecución del proyecto.

✓ **Estrategias y Acciones FA:** En este grupo de acciones se deben reunir los planes conducentes a cada una de las fortalezas generalmente externas, que de una u otra manera ponen en riesgo permanente el éxito del proyecto durante toda su

implementación. Estas acciones también son de prioridad muy alta, por lo tanto, deben existir planes detallados y muy estudiados que contengan o minimicen los efectos negativos que amenazan el proyecto.

Tabla 3. Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos

| Diseño de investigación | Técnicas | | Instrumentos |
|--------------------------------|-----------------|--------------|--------------------------------|
| Documental | Observación | Documental | Guía de observación documental |
| | | | Visitas a la web |
| | | Participante | Matriz DOFA |

Fuente: Campos, Arybet. (2021)

3.6. Análisis de Datos

El propósito del análisis es aplicar un conjunto de estrategias y técnicas que le permiten al investigador obtener el conocimiento que estaba buscando, a partir del adecuado tratamiento de datos recogidos. (Hurtado, 2008, Pág. 181)

Según lo define el autor Tamayo y Tamayo M. (2012) "...una vez recopilados los datos por los instrumentos diseñados para este fin, es necesario procesarlos, es decir, elaborarlos matemáticamente, ya que la cuantificación y su tratamiento estadístico permitirán llegar a conclusiones". (p.187).

3.7. Fases Metodológicas

Fase I Diagnosticar la necesidad del análisis de factibilidad del uso de bambú en la construcción de Muros de Contención en Venezuela.

Se procedió a Analizar la factibilidad del bambú, como material de construcción en muros de contención, lo cual complementó información necesaria para determinar las características de los mismos, y de esta manera, se pudo dar un diagnóstico a través del Análisis Estratégico de la "Matriz FODA" (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), y así determinar la viabilidad del uso del bambú en la construcción de muros de contención en Venezuela

Fase II Estudiar las características del Bambú, como material de construcción en Venezuela.

En esta fase se realizó una evaluación que demostró la mayor comprensión de los términos relacionados al tema investigativo en revisión bibliográfica y poner en marcha el uso del bambú como material constructivo, apoyándose en experiencias desarrolladas en otros países.

Fase III Determinar los beneficios de la utilización del Bambú en Muros de Contención.

Una vez obtenidas las características en la fase anterior, en esta se hizo un análisis del uso del bambú en la construcción de muros de contención, con el fin de hallar la forma de uso adecuada, al momento de que el ingeniero proyectista escoja este material para realizar un diseño.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En este capítulo se desarrollaron las fases de la investigación, las cuales están relacionadas con los objetivos que persigue la misma, en cada una de estas fases se desarrollaron los diversos procedimientos descritos en el capítulo anterior.

4.1 Fases de la Investigación

4.1.1. Fase I: Diagnosticar la necesidad del análisis de factibilidad del uso de bambú en la construcción de Muros de Contención en Venezuela.

Como primera fase, se hizo una revisión de trabajos relacionados al tema, cuya información fue seleccionada de textos académicos, páginas web y revistas informativas, que sirvieron como herramientas ventajosas para dar un diagnóstico a través del Análisis Estratégico, para este análisis de empleo como herramienta la “Matriz FODA” (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), y así se determinó la necesidad de Analizar la Factibilidad del uso de del bambú en la construcción de muros de contención en Venezuela.

Tabla 4. Matriz FODA

| Fortalezas | Oportunidades |
|--|--|
| Material de bajo costo Resistente, ligero, flexible Fácil armado ahorrando tiempo en la construcción | Favorece el paisaje minimizando impactos a la ecología Fortalece los taludes Puede ser biodegradable |
| Debilidades | Amenazas |
| No posee normativas de sismo resistencias No resiste a muchas cargas a grandes alturas | No son utilizados por la mayoría de los profesionales en la construcción al no ser un material común No se adapta a esta región por no ser de hormigón, gaviones u otros materiales pre-fabricado |

Fuente: Campos Arybet (2021)

Se realizó una matriz FODA, con el objetivo de analizar todos los aspectos tanto negativos como positivos que están presentes en la investigación, con la finalidad de proporcionar todos los conocimientos pertinentes para el desarrollo del Análisis de la Factibilidad del uso de Bambú (*Guadua Angustifolia*) en la Construcción de Muros de Contención en Venezuela, partiendo de las fortalezas y oportunidad que brinda la puesta en marcha del uso de un material innovador en la construcción, y así minimizar todas las debilidades y amenazas que se puedan presentar en las misma.

4.1.2 Fase II Estudiar las características del Bambú, como material de construcción en Venezuela.

En esta fase se realizó una revisión documental bien exhaustiva, con la finalidad de brindar una mayor comprensión de los términos relacionados al tema investigado para así poder poner en marcha el uso del bambú como material constructivo.

El bambú ha sido desde hace siglos una planta muy importante para muchos pueblos del mundo en su proceso de desarrollo, debido a su abundancia, su facilidad de trabajarlo y a sus más que competentes características para todo tipo de usos.

La construcción de muros de contención con el uso del bambú (*guadua angustifolia*) como material constructivo, ayuda en gran parte a la recuperación de la capa vegetal ya que al ser una construcción de bajo impacto genera una armonía al ambiente mientras que el suelo recupera su estado natural devolviéndole su capacidad de mantenerse por sí solo, del mismo modo aplicando y respetando las técnicas adecuadas para su colocación y mano de obra más práctica y económica que la utilización del hormigón. Aunque en Venezuela, el uso del bambú como métodos constructivos moderno aún es empírico y con muchas restricciones, debido a que no está contemplado en las normas Sismo-resistente vigentes.

Este método de uso como reciente sistema constructivo es no tradicional, consiste en utilizar los bambúes como estructura portante y donde los muros se construyen a partir de paneles elaborados con esterilla de bambú, posteriormente es posible aplicar acabados finales para lograr una mayor durabilidad y un mejor aspecto formal.

En la construcción de muros de contención, vivienda, u otras estructuras a construir con este material se debe tratar el bambú con ciertas técnicas para su debida conservación previa antes de su colocación para que el bambú guadua cumpla su función:

Corte

La edad adecuada para efectuar el corte, con objetivos de una futura utilización para la construcción, se encuentra entre los 3 y 5 años, cuando se corta una guadua joven la resistencia que proporciona es menor, ya que tiene mayor contenido de humedad y al secarse, la contracción producida, ocasiona rajaduras y deformaciones indeseables, así mismo las guaduas jóvenes son más susceptibles al ataque de insectos, por el alto contenido de almidón.

Los cortes de bambú mayores a 5 años, su resistencia empieza a disminuir gradualmente se recomienda que sus cortes sean en período seco ya que la humedad dentro del tallo es más baja.

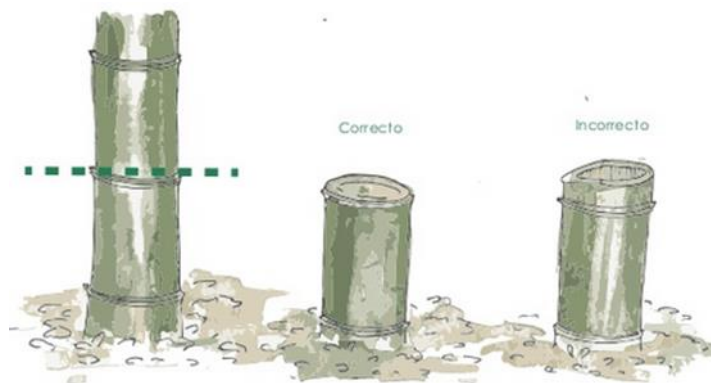


Figura 13.Corte del Bambú

Fuente:<https://www.slideshare.net/gustavoteneche/manual-de-construccion-con-bambu-guadua>

Curado en el guadual o en la Mata.

Después de cortadas las matas se dejan en el guadual con ramas y hojas recostadas sobre otras guaduas lo más verticalmente posible y aisladas del suelo por una piedra. Se dejan por un mes mínimo en esta posición; después se retiran las ramas

y se deja secar en un lugar ventilado. Este método ha sido hasta ahora el más recomendable, pues los tallos no se manchan, conservan su color, no se rajan y no son atacados por insectos y hongos.

Curado por inmersión en agua.

Este método consiste básicamente en sumergir los tallos recién cortados en agua, ya sea en un tanque o en un río y se dejan allí por máximo un mes, posteriormente se sacan y se dejan secar por algún tiempo. En este proceso el almidón y el azúcar de las células parenquimáticas, son lavados o degradados por bacterias, lográndose así resistencia contra insectos perforadores. Es el menos recomendado ya que las guaduas se manchan y se vuelven quebradizas.

Curado al calor.

Se realiza colocando horizontalmente los tallos de guadua sobre brazas a una distancia apropiada para que las llamas no las quemem; las cañas se deben rotar para que con la diferencia de temperatura no se vayan a producir agrietamientos.

Curado con humo.

Consiste en ahumar los tallos de guadua con la ayuda de una hoguera, se colocan horizontalmente en el interior de una cámara sobre un fogón, hasta que queden cubiertas exteriormente de hollín, con el objetivo de que alcancen una humedad de 10%. Se afirma que el humo produce la cristalización de la lignina, trayendo como consecuencia una mayor resistencia al ataque de insectos, impermeabilidad y mejores propiedades mecánicas.

Secado

El bambú al tener gran cantidad de agua en sus paredes, al cortarlo, es necesario extraerla antes de usarlo, para reducir su peso y distorsiones estando en uso, y, sobre todo, a fin de reducir el deterioro por agentes biológicos como insectos y hongos. El primer paso para preservar el bambú, es secarlo para reducir su contenido de humedad, y facilitar la penetración de los preservadores en las paredes del bambú. Se recomienda secar el bambú hasta que alcance un contenido de humedad en equilibrio con las condiciones de humedad y temperatura promedio de lugar en que

vaya a utilizarse, para disminuir pérdidas o ganancias de humedad, fenómeno que genera la contracciones o hinchamientos del bambú provocando deformaciones y rajaduras.

- **Secado natural**

Los culmos de bambú se apilan horizontalmente, bajo cubierta, protegidos del sol y de la lluvia, manteniendo espacio entre los bambúes, para que el aire circule entre los culmos. Dos meses serán suficientes para asegurar un buen secado.



Figura 14 Secado Natural

Fuente:<https://www.conafor.gob.mx > documentos>

- **Secado artificial a fuego abierto**

Sobre una cama de carbón encendido y a una distancia de aproximadamente 50 cm se colocan las piezas de bambú horizontalmente cuidando de girar continuamente los tallos con el fin de conseguir un secado uniforme. Con este método se puede acelerar el secado, su desventaja es que si no se tiene experiencia se puede quemar y rajar el bambú.

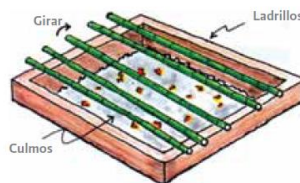


Figura 15 Secado Artificial.

Fuente:<https://www.conafor.gob.mx > documentos>

- **Secado en estufa**

Los culmos se colocan verticalmente en un horno sellado sobre una fuente de calor que puede ser una quema controlada de material o guadua secos, dura alrededor de tres semanas, trabajando día y noche se debe efectuado el correcto manejo de aire y control de temperatura con relaciona a la humedad, para lograr un buen resultado. La guadua al finalizar su proceso pierde entre 50% y 60% de su peso inicial, y se detectan rápidamente las fallas y grietas que pueden presentar en un futuro. este método tiene grandes beneficios ya que el adhiere a las paredes del bambú, proporcionándole resistencia contra los insectos.

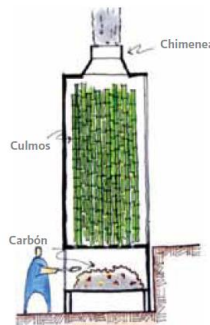


Figura 16 Secado en estufa

Fuente: <https://construccionenguadua.wordpress.com/author/construccionenguadua>

- **Secado por estufa solar**

Este método se realiza en una cámara especial y se basa en el aprovechamiento de la energía solar para calentar el aire que pasa a través del bambú. Se utilizan colectores solares, y el nivel de temperatura depende de las condiciones climáticas del sitio en que se esté secando. La velocidad del aire caliente se puede regular por medio de ventiladores y la humedad mediante ventanillas.

Este método es más rápido que el secado natural y disminuye el riesgo de grietas y rajaduras del secado en estufa, pues aquí los cambios de temperatura son menos drásticos.

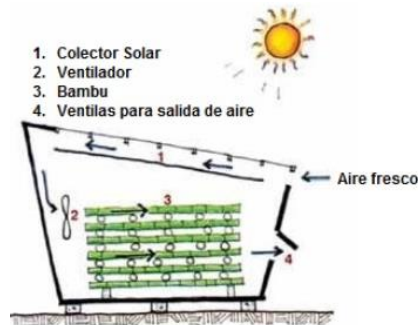


Figura 17 Secado en Estufa Solar

Fuente: <https://construccionenguadua.wordpress.com/author/construccionenguadua>

Preservación

Su principal problema es por la vulnerabilidad que tiene es ante el ataque de plaga por insectos y hongos, existen nuevas técnicas y tratamiento que ayudan a combatir dichos problemas, esto ocurre con más probabilidades en las uniones entre los elementos, por lo tanto, debe tratarse de manera correcta el bambú y sobre todo el curado debe estar bien manejado para una excelente conservación del mismo. También se debe evitar su descomposición ocasionado en algunas oportunidades por la humedad ya que La Guadua es susceptible a parte de los ataques de insectos, al sol, para prevenir estas afecciones existen diversos métodos preventivos para su preservación:

- a) **Método de la transpiración de las hojas:** Una vez que se realiza el corte, aprovechando el método del curado en la mata, se coloca el tallo en posición vertical y se cambia la piedra por un recipiente que contenga un preservativo (5% de DDT y talco), en el cual se deje sumergido un extremo del tallo, dicho preservativo es absorbido hacia arriba por la transpiración de las hojas; se mantiene durante el tiempo de curado.
- b) **Tratamiento por inmersión:** Este método es el más empleado. Consiste en sumergir las Guadua en tanques de inmunización que contiene el preservante, generalmente ácido bórico y bórax. Previamente a cada tallo con la longitud deseada se le realizan dos agujeros en cada entrenudo para facilitar el ingreso

de la solución y salida del aire. Se dejan varios días sumergidos en la solución para que, por medio de la difusión, los espacios vacíos presentes en las paredes debido al secado, sean reemplazados por los preservativos químicos, hasta lograrse la saturación máxima de los tallos. Este sistema presenta bajo costo. Sirve contra insectos y fuego.

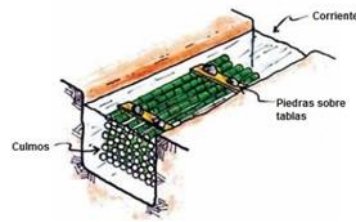


Figura 18 Tratamientos por Inmersión

Fuente: <https://construccionguadua.wordpress.com/author/construccionguadua>

- c) **Método de Inmunización de Boucherie simple:** Consiste en llenar el entrenudo superior con preservante, dejando el tallo en posición vertical hasta que el químico baje a lo largo de las paredes, ya que por acción de la gravedad empuja y desplaza a la sabia ocupando su lugar. También uno de los extremos puede conectarse a un tubo de caucho que conduce el preservativo de un tanque ubicado a una altura mayor, hacia el tallo de la guadua. Es un método que puede demorarse varios días de acuerdo con las dimensiones del tallo, por lo cual es poco usado en escala comercial.
- d) **Método de Inmunización de Boucherie modificado:** Es similar al método simple, la diferencia es que el tanque trabaja a presión. Consiste en aplicar una solución de ácido bórico y bórax a presión a los tallos recién cortados para reemplazar la savia de éstos, quedando impregnados y protegidos contra los insectos. Este sistema también sirve para proteger contra el fuego si se utilizan las sustancias químicas adecuadas.
- e) **Método de Inmunización por humo:** Las Guaduas son metidas en una cámara de humo donde se dejan hasta que alcanzan una humedad del 10%. Se

afirma que el humo produce la cristalización de la lignina, trayendo como consecuencia una mayor resistencia al ataque de insectos, impermeabilidad y mejores propiedades mecánicas.

- f) **Protección con resinas y aceites:** Para proteger las guaduas contra el sol es muy común aplicarles pinturas de color o barnices transparentes, o asegurarse que los aleros las protejan. Los efectos que tiene el sol sobre las guaduas son la pérdida de color y agrietamiento por tensiones internas. Debidas al cambio adiabático de temperatura. Contra la humedad también se recomienda la pintura de aceite, pero si son guaduas que van a permanecer expuestas a la intemperie o enterradas es recomendable hacerles un recubrimiento con asfalto líquido. Un método para mejorar la preservación y presentación de las Guaduas, se limpian con una fibra metálica, y posteriormente se les aplican: primero aceite de linaza con 20% de trementina, la aplicación se realiza con un pedazo de tela; luego se les aplica cera con alquitrán para protegerlas contra el blanqueamiento causado por la luz ultravioleta. El objetivo de la aplicación del aceite de linaza es prevenir la pérdida de humedad de La Guadua hasta niveles que causen rajamientos.
- g) **Tratamiento por inyección:** Consiste en inyectar los cañutos con una solución de ácido bórico y bórax con una relación de 2% y 1% respectivamente en agua.
- h) **Tratamientos con gasificantes de amplio espectro:** Este método es utilizado cuando los tallos de Guadua se dejan por mucho tiempo en una bodega. Los tratamientos químicos deberán hacerse en compartimientos cerrados en su caso cubrir el cargamento con polietileno calibre grueso lona plástica y sellar perfectamente los extremos y la periferia para evitar fuga de gases. Debe realizarse por una empresa aprobada por la Secretaría del Medio Ambiente. El tratamiento pretende eliminar toda presencia de barrenadores, que en ocasiones se encuentran en huevecillos o al interior del producto, por lo que se necesita de un periodo recomendado de exposición al fumigante.

i) Método de preservación al vacío y presión utilizando autoclaves: El método consiste en la impregnación profunda, la penetración del producto esta favorecida mecánicamente por el recurso al vacío y a la presión en autoclave, que es un recinto cerrado. El producto utilizado para el proceso de preservación es el CCA que son unas sales de Cobre, Cromo y Arsénico. Las proporciones utilizadas y su preparación son: disolución de 50 kg de CCA en 1500 litros de agua. El cobre actúa como fungicida, el Cromo como fijador de los ingredientes activos dentro de las paredes de Guadua para que no se levanten por acción de la gravedad y el Arsénico es el insecticida. La condición para que haya una buena impregnación del preservante es que la Guadua este perforada. Con relación a la presión a partir de los 4 kg/cm² se presentan buenos resultados. Los expertos argumentan que con una presión de 8 kg/cm² se podían establecer programas de preservación al vacío, o autoclaves con total seguridad de impregnación de las paredes en un 100%

Mantenimiento

El mantenimiento de las Guaduas ubicadas en construcciones se debe realizar al menos una vez cada 2 años. Este mantenimiento puede consistir en la aplicación de un insecticida y posteriormente impregnarla con aceite de linaza. El procedimiento es el siguiente: Aplicar xilamon o merulex, productos utilizados para la preservación contra hongos e insectos, la Guadua debe estar limpia y seca, aplicarse con brocha o pistola. Pasados 20 días se aplica aceite de linaza y trementina, se le adiciona limón, esto se puede realizar con una brocha. Este simple proceso, realizado preferiblemente anualmente es la garantía de que las Guaduas no se rajarán, no serán atacadas por insectos y que durarán posiblemente por siglos.

Uniones para la construcción

Este componente debe ser analizado y resuelto adecuadamente para asegurar la resistencia y estabilidad de todo el sistema estructural. En las construcciones con bambú, las uniones son más difíciles de resolver que en las de madera, concreto o acero, porque el bambú es redondo y hueco, tiene nodos a distancias variables y

transversalmente no es perfectamente circular. Estas características se deben considerar al diseñar las estructuras de este material. Los constructores de las regiones donde se usa tradicionalmente el bambú tienen experiencia y habilidad para resolver las uniones de una manera segura, pero no existe información técnica para realizarlas en forma profesional y repetible. La madera y el acero se convirtieron en materiales adecuados para la construcción de estructuras, sólo después de que se resolvieron los problemas de las uniones. En el caso del bambú también se deben diseñar métodos para resolverlas satisfactoriamente, para que el bambú pueda ser usado en edificios, puentes y muebles que se puedan construir industrial o semindustrialmente.

✓ Teoría de uniones

El objetivo de una unión es proporcionar continuidad entre los elementos estructurales de una construcción, es decir, que los esfuerzos puedan transmitirse de una manera segura y eficiente, y que las deformaciones se disminuyan hasta el mínimo.



Figura 19 Cortes más utilizados en uniones

Fuente: <https://es.slideshare.net/RubnUlloaMontes/bamb-y-construccin>

✓ Uniones en cimentación

Para proteger al bambú contra su deterioro cuando se utilice en cimentaciones, se recomienda envolverlo en una base que lo aíse de la humedad del suelo, fabricada con un anclaje de varillas ahogadas en el concreto. Sobre éstas se coloca el bambú y el

hueco se rellena con mortero, o se dobla la varilla en forma de gancho para colocar un pasador.



Figura 20 Uniones en cimentación

Fuente: <https://es.slideshare.net/RubnUlloaMontes/bamb-y-construccion>

✓ Uniones con amarres

Son las más comunes. El amarre se hace con cuerdas de material orgánico, de esta manera existe una compatibilidad entre los elementos por unir y el material de fijación. Pueden ser de tiras de bambú, fibras de palma, ratán, lianas, y cualquier otro material orgánico flexible y resistente. En la actualidad también se emplean cintas de plástico o materiales sintéticos. Un inconveniente de los materiales de origen orgánico es su susceptibilidad a ser atacados por agentes biológicos. También se pueden usar amarres con alambre, con el que se logra una unión más fuerte, pero es recomendable usar alambre (galvanizado) para evitar la corrosión. Algunos amarres como el ratán, necesitan mano de obra artesanal especializada, que en nuestro país no existe porque sólo se usa para muebles y artesanías. Cuando se usen tiras de bambú o ratán, se recomienda que estén verdes sin secarse, o que se remojen para que se encojan cuando sequen, logrando una unión más firme.

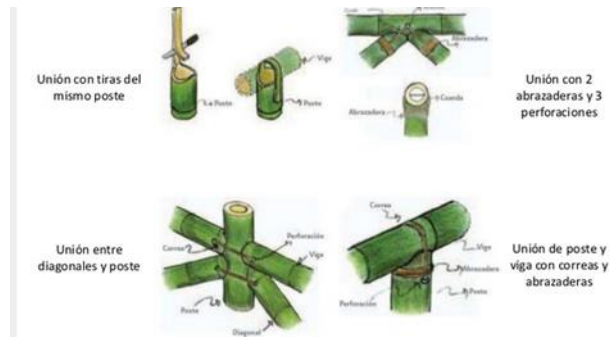


Figura 21 Uniones con Amarres

Fuente: <https://construccionguadua.wordpress.com/autor/construccionguadua/>

✓ Uniones con pasadores

Son uniones como las usadas en carpintería, de caja y espiga. Se utilizan principalmente pasadores de maderas duras, bambú y acero. Por lo general, los pasadores se sujetan en forma paralela al eje de los culmos y se aseguran con otros pasadores más pequeños. Para afianzar este tipo de unión se utilizan amarres adicionales.

Una desventaja de estas conexiones es que no aprovechan todo el diámetro del culmo para transmitir la carga. También se debe tener cuidado de la ubicación de los huecos para los pasadores, si se hacen muy cerca del extremo, los esfuerzos pueden romper el bambú, es mejor perforar a poca distancia de los nodos.

Si se usan clavos hincados con martillo se puede rajar el bambú, es mejor hacer una perforación previa con un taladro, antes de clavar.

✓ Uniones con centro de madera

En este tipo de uniones se rellena el extremo hueco del culmo con un cilindro de madera fijado con pegamento o resina, de manera que se incrementa considerablemente la capacidad de carga del bambú en su dirección transversal. A continuación, se describen varias maneras de fijar la pieza de madera al bambú

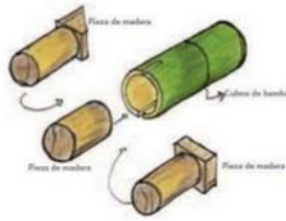


Figura 22 Uniones con centro de madera

Fuente: <https://construccionenguadua.wordpress.com/author/construccionenguadua/>

✓ **Uniones en estructuras espaciales**

La unión de varios elementos en distintos planos se puede resolver con el uso de conectores metálicos; placas de dos o más elementos pueden soldarse previamente con otros y después puede ensamblarse el resto de las conexiones. Hecha de placas de acero, cuyas caras están colocadas perpendicularmente a los elementos que van a conectarse, las puntas de acero se pueden soldar directamente a las superficies. La soldadura se puede realizar en el sitio de la construcción, porque resulta más barato que tornejar la punta de acero, aunque esto último también es posible.

✓ **Uniones combinadas**

Otra forma de usar bambú en construcciones robustas es fabricando elementos y uniendo varios culmos para formar vigas o postes de dimensiones mayores que las que puede tener un solo culmo. La ventaja adicional de este sistema es que se incrementa la capacidad de soportar las perforaciones que se realizan para hacer las uniones, aunque en el caso de los postes o columnas, subbase no se refuerza. Este sistema constructivo también facilita la sustitución de elementos individuales, cuando, por alguna causa se deterioran, por ejemplo, en el caso de una columna. En el caso de los postes dobles, también proporcionan un mayor apoyo a los elementos horizontales o vigas.

✓ **Uniones con tiras de acero y pasadores**

Esta conexión es similar a las descritas en el inciso anterior, igual se taladra el bambú y las varillas de acero se incrustan en su sección transversal, rellenado después el interior hueco del bambú con mortero. La unión se asegura con tiras de acero

lateralmente, fijándola alrededor del bambú con las varillas de acero. Esta unión transmite las fuerzas a diferentes puntos del culmo y evita la concentración de cargas y fuerzas en un sólo punto.

Problemas Internos y Externos del Bambú

- **Internos**

El bambú, es un material anisotrópico (que se expande y contrae en forma desigual en sus diversas direcciones –longitudinal, radial y tangencial–) con una resistencia muy baja a fuerzas de cortante paralelo a sus fibras y a las fuerzas transversales que se presentan en las uniones. La forma tubular del bambú varía en su tamaño, espesor y forma; debido a la presencia de los internodos y sus extremos abiertos, puede aplastarse fácilmente. Por ello, lo más recomendable es que las uniones se hagan utilizando las piezas cerca de los nodos, el inconveniente es que están distribuidos a distancias variables.

- **Externos**

Como cualquier material de construcción, se debe conocer para aprovechar al máximo sus ventajas y evitar sus desventajas. Las construcciones de bambú tradicionalmente se levantan en áreas en donde no están disponibles equipos sofisticados y capacidad técnica, solo el conocimiento empírico de los materiales disponibles y de las técnicas de construcción. Por eso su diseño debe ser simple, tanto en el proceso constructivo como en los equipos que se utilizan. La estabilidad en las juntas debe ser resuelta en relación con el tiempo, para asegurar la permanencia por el periodo requerido de servicio de la edificación. El diseño de sistemas modulares contribuye a la solución de los problemas de vivienda en los países en vías de desarrollo; un diseño modular es necesario para abrir la posibilidad de la producción de los elementos prefabricados en talleres semindustrializados y su construcción en sitio, en tiempos menores y con mano de obra no calificada. Manual para la construcción sustentable con bambú. Hace falta información técnica de los valores de esfuerzos de diseño, así como normas adecuadas para estimar los esfuerzos y

diseñar adecuadamente. El costo efectivo de las uniones es un componente importante en el montototal de la construcción, por lo que se requiere un análisis apropiado para su solución estructural y constructiva.

4.1.3 Fase III Determinar los beneficios de la utilización del Bambú en Muros de Contención.

Una vez obtenidas las características en la fase anterior, en esta se hará un análisis de factibilidad tecno-económico del uso del bambú en la construcción de muros de contención. Con el fin de proporcionar al proyectista las recomendaciones en el caso que lo vaya a utilizar en algún diseño en particular, hallar el uso recomendable para diseño que sea de utilidad para los proyectistas

La *Guadua Angustifolia* (BAMBU) tiene fibras naturales muy fuertes que permiten elaborar productos, por sus propiedades estructurales como la relación resistencia / peso y por su capacidad de absorber energía, permitiendo que sea flexible y resistente, haciéndolo un material ideal para la construcción de muros de contención en el país. Cumple con un rol ecológico muy importantes, ya que ofrece varios servicios ecosistémicos tales como: protección de las riveras de los cursos de agua, regulación hidrológica de cuencas, disminuye riesgo de deslizamiento, protege al suelo de la erosión y recicla nutrientes, alberga flora y fauna local, captura y almacena dióxido de carbono. Entre las ventajas comparativas con otras especies, la guadua es un recurso renovable y sostenible, tiene una velocidad de crecimiento muy alta, crecen desde el suelo con un diámetro fijo, sin incremento de este con el tiempo.

El presente análisis sobre la factibilidad del uso de *Guadua Angustifolia* (BAMBU) constituye un estudio realizado a nivel de una sola especie, por ser considerada una especie multiuso. Los usos que se le dan superan algunas centenas, desde constituir la base de una vivienda, hasta las más inimaginables construcciones. Sin perder de vista los roles ecológicos mencionados anteriormente. Sus múltiples usos se han extendido hasta nuestra época por ser un excelente recurso renovable que puede contribuir sustancialmente a beneficiar económicamente a cualquier sector de la construcción.

Ventajas del bambú como material de construcción

- ❖ Valor ecológico: Es un material de rápido crecimiento, puede alcanzar su madurez entre los 5 y 6 años. A partir de ese momento se pueden obtener cosechas en una plantación, a diferencia de muchas especies maderables, en las que se requieren periodos hasta cuatro veces mayores para su aprovechamiento, después del cual el área es limpiada, con riesgo de deforestación cuando no se tiene un plan de manejo adecuado; en el caso de los bambúes, los tallos maduros se cortan anualmente y hay un rebrote constante.
- ❖ El bambú resulta un material con grandes ventajas en este aspecto:
 - Por ser una planta de rápido crecimiento es ideal para la reforestación y en menor costo que muchas otras especies.
 - Es un recurso, renovable ya que al ser una planta perenne ésta no se tala se poda anualmente y continúa reproduciéndose año con año
 - Regulador de oxígeno-dióxido de carbono en la atmósfera.
 - Ayuda en la conservación de ríos y mantos acuíferos.
 - Conserva los bosques y mejora los suelos
 - Aumenta la biodiversidad
 - Uso alternativo a la madera

Además de tener estos beneficios, el bambú es un elemento con gran estética.

Ventajas del uso del bambú

- ❖ Existen diversos ecosistemas para el cultivo y el desarrollo del bambú en el país. Aparte que logran abarcar toda la diversidad de especies nativas y exóticas que se conocen.
- ❖ La población rural, que muchas veces desconoce de las cualidades de la planta comenzaría a conocer sus características más útiles, sus facilidades de cultivo y su gran importancia para un desarrollo económico y social.

- ❖ Se tiene la oportunidad de un mercado tanto en su ámbito local, regional y nacional, que se encuentran en constante crecimiento.
- ❖ El uso correcto del bambú, bajo una política responsable y sostenible puede contribuir a la reforestación de áreas vulnerables, y fomentar el equilibrio de los ecosistemas.

Desventajas del uso general del bambú

- ❖ Existe mucho desconocimiento sobre las posibilidades del bambú en la población general, especialmente en los sectores rurales. Muchas veces se rechaza su empleo y cultivo y se llega a reemplazar los bambusales (tierras en las que se desarrolla el bambú) para otros usos, como cultivo de otras plantas.
- ❖ El bambú es material meramente orgánico, y la tecnología en nuestro medio sobre su tratamiento está apenas desarrollada. Muchas veces debe preservarse con productos hidrosolubles.
- ❖ Las instituciones públicas en la actualidad no demuestran mucho interés en promover su plantación y su uso, o estas son una minoría.

Tabla 5 Recomendaciones para utilizar el bambú en la construcción

| NO UTILICE | UTILICE |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • No utilice bambú de baja resistencia • Verdes o menores de 3 años • Atacado por cualquier inceptor • Bambúes sin nudos • Amares o cuerdas que no sean resistentes, en mal estado o cuerdas delgadas • Bambúes verdes que estén mal secado y se contraigan que los amarres se aflojen • Vigas clavadas lateralmente a las columnas • Clavos con longitudes mayores 2" ½ para fijar uniones menores a esos diámetros • Bambú que estén florecidos • Con cortes superficiales producidos por cortes | <ul style="list-style-type: none"> • Bambúes correctamente secado • Amarres de alambre, nylon, cuerda vegetal, suficientemente resistentes y en correcto estado • Bambúes mayores de 3 años previamente con su protocolo de curado, secado al aire y tratado • Amarres de alambre dobles o triples • Bambúes con diámetro y espesor correcto • Corte y uniones apropiadas para su uso |

Fuente: <https://es.slideshare.net/RubnUlloaMontes/bamb-y-construccion>

Construcción

- **Cimientos**

Una de las ventajas de usar bambú para la construcción es el bajocosto de la cimentación, debido al reducido peso de la estructura.

- **Altura y ancho del cimiento**

Es recomendable que el piso esté por arriba del nivel del terreno, para evitar que el agua de lluvia entre. El cimiento debe subir por lo menos 20 cm sobre el suelo. El ancho del cimiento dependerá de la resistencia del suelo y del peso de los muros. Los cimientos se pueden hacer con materiales disponibles en la región.

Se puede denotar por estudios realizados el comportamiento característico que ejerce el bambú con otros materiales de que son aplicados en la construcción arrojada en la siguiente tabla diversos estudios

Tabla 6 Comparación de las características del bambú y otros materiales de construcción

| MATERIAL | RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm ²) | MASA POR VOLUMEN (Kg/m ³) | RELACION DE RESISTENCIA (R/M) | MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm ²) | RELACION DE RIGIDEZ (E/M) |
|----------|---|---------------------------------------|-------------------------------|---|---------------------------|
| HORMIGON | 82 | 2400 | 0.032 | 127400 | 53 |
| ACERO | 1630 | 7800 | 0.209 | 2140000 | 274 |
| MADERA | 76 | 600 | 0.127 | 112000 | 187 |
| BAMBU | 102 | 600 | 0.17 | 203900 | 340 |

Fuente:<https://ovacen.com/bambu-en-la-arquitectura-sustentable/>

Los Muros de contención de bambú se podrán construir de acuerdo a las técnicas constructivas para el uso respetando la altura no mayor a 1,5m y distancia entre cada columna de 1 m enterradas dichas columnas en el suelo a 0.50 m, estos muros se pueden hacer en terrazas, en zanjas y de drenaje.

En estudios realizados a diferentes países donde aplican la factibilidad del uso del bambú donde se trata de obtener las erosiones ocasionada por el desprendimiento de los suelos se aplicó esta técnica a parte de estar en armonía con el paisaje se denotó que al pasar el tiempo, la recuperación de la vegetación y recuperación de dicho suelo fue de gran ayuda este maravilloso proyecto.

La construcción de los muros vivos o muros de contención pueden ser diseñado de diferentes maneras:

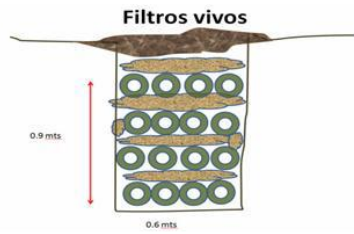


Figura 23 Muros de Drenaje.
Fuente: <https://dialnet.unirioja.es>



Figura 24 Muro a dos niveles con Guaduas rollizas entrelazadas.
Fuente: <https://dialnet.unirioja.es>



Figura 25 Muro de Bambú de formas laterales
Fuente: <https://dialnet.unirioja.es>



Figura 26 Muro de Guadua a tres niveles, soportados por postes y arriostres de madera.

Fuente: <https://dialnet.unirioja.es>

La tubería es canalizada de acuerdo al nivel de la pendiente de la canalización y colocada debajo del muro de bambú para que drene el exceso del cauce por debajo del muro en el área a corregir el problema. Colocándole plantas de bambú alrededor como soporte de talud y de consistencia del terreno.



Figura 27 Tubería de gran diámetro para canalizar las aguas.

Fuente: <https://dialnet.unirioja.es>

CONCLUSIONES

En el análisis investigativo del desarrollo del tema se identificó el conocimiento de la capacidad de resistencias del bambú (*guadua angustifolia*) como material de construcción, de acuerdo en sus diversas capacidades de resistencias y flexibilidad. La importancia de la estabilidad de los taludes cuando ocurren erosiones se debe solucionar de manera rápida y eficaz, ya que el uso de muros de contención con material de bambú mejora la capacidad de sostenibilidad y estabilidad de los suelos.

Las propiedades del bambú como especie (velocidad de crecimiento, fácil trabajabilidad, absorción de carbono) lo convierten en un gran recurso natural renovable para luchar contra el cambio climático, la erosión y la desertización del suelo que tienen lugar en millones de comunidades de todo el mundo, ayudando además a su economía.

El bambú es un material con gran potencial, que presenta un gran número de ventajas y de posibilidades en su uso como material de construcción. Destacan su ligereza, flexibilidad, bajo costo y sobre todo su resistencia ante la aplicación de esfuerzos. Pero no debemos olvidar que, al tratarse de un material orgánico, su durabilidad se ve afectada por el ataque de organismos vivos y la exposición al sol y a la lluvia. Esto hace necesario aplicar tratamientos para alargar su vida útil.

Analizando la factibilidad, se puede decir que el Bambú, cumple múltiples beneficios en la construcción de muros de contención, estos muros brindan mayor eficacia con respecto al tiempo de elaboración que el de concreto armado ya que posee menos personal técnico para su construcción, pocas maquinarias, y no genera desechos contaminantes como el concreto.

Se pudo destacar su valor ecológico, ya que no ocasiona impacto al medio ambiente natural donde se desarrolle la construcción, y al pasar el tiempo la vegetación recupera su espacio y es más armónico a su medio. Además de ser un recurso renovable y biodegradable. Se notó que al ser muros vivos (muros de contención) ayudan a mejorar el nivel freático y regular las temperaturas.

Por medio de esta investigación se constató que en Venezuela no existen normas de sismo resistencia como son aplicadas en otros países donde la construcción de muros de bambú es más usual que en nuestro país.

Con todo lo antes expuesto, se concluye que el bambú es un material con numerosas opciones en la construcción. Un material natural y tradicional que debemos seguir de cerca. Gracias a los nuevos procesos tecnológicos, sus beneficios son cada vez mayores y puede ser utilizado en un mayor número de campos. Su introducción en las normativas debería ser el siguiente paso a seguir para la normalización de su uso, dándose a conocer y eliminando las desconfianzas que su uso origina.

RECOMENDACIONES

Es necesario informar y capacitar a la población rural o donde ocurra posibles riesgos de inestabilidad de talud, con personal técnico que enseñe el beneficio del uso del bambú como material constructivo en muro.

Es importante que el gobierno nacional establezca normativas específicas y adecuadas para el uso del bambú como material constructivo, haciendo conocimiento al gremio de la construcción de las alternativas de bajo impacto al medio ambiente.

Para construir muros vivos con bambú, se recomienda estar al pendiente y tener cuidado desde la selección, corte y tratamiento de los culmos. Una buena selección puede reducir el porcentaje de desperdicio a un 10%, ya que si no se tiene cuidado se puede elevar hasta un 40%.

La obtención del material se recomienda que sea de una empresa que garantice el tratamiento adecuado al material.

Una buena protección solar y de humedad puede garantizar un tiempo de vida mínimo de 40 años a la construcción del muro. Lo recomendable es dar mantenimiento 2 veces por años.

La construcción con bambú es recomendable en cualquier zona y clima, y debe estar separado del terreno natural por lo menos a una altura de sesenta centímetros, es importante tener en cuenta que no puede estar expuesto directamente a la intemperie por lo que se recomienda cubrirlo con materiales prefabricados o, dependiendo el sistema empleado.

Tomar en cuenta la evaluación del impacto ambiental en trabajos posteriores en cuanto a la comparación de la construcción del muro de contención, construidos con bambú, con respecto al muro de contención de concreto armado

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angelone, Garibay, (2016) **“Tipos de Suelos: Características Tacto Visuales”** Geología y Geotecnia 2014 (4° edición).
- Arias, F (2012), **“El proyecto de investigación: introducción a la metodología científica”** (6ª ed.) Caracas: Episteme.
- Balestrini (2002). **“Como se Elabora el Proyecto de Injvestigación”** Sexta Edición Caracas Venezuela. ,Consultores Asociados Servicio Editorial.
- Bernal, César A. (2010). **“Metodología de la Investigación”** (3ª ed.) Colombia: Pearson Educación
- Carlos Ricardo Llopiz**“Muros Tipo de diseños”** Peru
- Castilla (2016) **“La construcción de una casa de bambú y su análisis”** tesis de grado. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México
- Cruz ,(2013) **“Mecánica de los suelo I (Geotecnología) ”**España
- Das, B. (2001), **“Fundamentos de Ingeniería Geotécnica”**, México. Editorial International Thomson Learning.
- Flores (2008) **“Eficiencia del diseño muro de contención de gran altura con técnica de tierra armada respecto al muro de contención de concreto armado en la ciudad de puno”** Tesis de grado. Universidad Nacional del Altiplano . Perú
- Fratelli, M. (1993), **“Suelos, Fundaciones y Muros”**. Caracas, Venezuela. Editorial Bonalde Editores.

- Gálvez, A. (2002). **“Los modos de análisis en investigación cualitativa”** Vol.76. No.5. Revista Española
- Galvez (2017), **“diseño y práctica con bambú, riesgo y sostenibilidad en San Antonio Suchitepéquez ”** Tesis de grado. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala
- Hurtado, J. (2012). **“Metodología de la investigación”** (4a. ed.). Bogotá-Caracas: CicaSypal y Quirón.
- Jiménez. (2016) **“Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de fabricación de paneles industrializados de bambú (caña guadua), para la construcción de viviendas prefabricadas y encofrados, en el cantón Eloy Alfaro (Durán).”**, tesis de grado. Universidad de Guayaquil .Ecuador.
- Juárez (2019) **“Uso y Rentabilidad del Bambú como Material Estructural de Construcción ”** tesis de grado.Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú
- Lucero, Pachacama, Rodríguez. (2012) **“Análisis y Diseño de Muros de Contención”**, tesis de grado Universidad Central de Ecuador (UCE). Ecuador
- Mendoza, Navarro (2019) **“Diseño de una vivienda unifamiliar de concreto reforzado con Bambú (Bambusoideaespp.) en el Centro Poblado La Laguna, Jr. Grau S/Ndistrito de Lalaquiz, provincia de Huancabamba;Piura, 2018”** tesis de grado . Universidad Cesar Vallejo. Perú
- Norma **COVENIN 1756-02-2001**: Edificaciones Sismoresistentes .Venezuela
- Norma **COVENIN 1753-2006** Proyecto y construcción de obras en concreto estructural .venezuela
- Norma **ACI 318-2014** Requisitos de reglamentos para Concreto Estructural.

- Ochoa(2012) **“Caracterización geotécnica”**.informe geotécnico de suelo ,chille
- PallelaStracuzzi, S. Martins Pestana, F (2010). **“Metodología de la investigación cuantitativa”** (3ª ed.) Caracas: Fedupel.
- Pestana y Solorzano. (2016) **“Bambú como Alternativa Ecológica para la Construcción de Viviendas de interés Social, en sustitución de vigas y columnas de acero”**, tesis de grado. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales “Rómulo Gallegos.
- Rodríguez (2006) El bambú como material de construcción Conciencia Tecnológica, núm. 31, enero-junio, 2006, pp. 67-69 Instituto Tecnológico de Aguascalientes Aguascalientes, México
- Rusque, M. 2003. **“De la diversidad a la unidad en la investigación cualitativa”** Caracas: Vadell Hermanos Editores.
- Sabino, C. (2005) **“El Proceso de Investigación”** Caracas: Panapo
- Tamayo, M.(2009) **“El proceso de investigación científica”** México: Limusa
- Terzaghi, K. & Peck, R. (1973), **“Mecánica de suelos en la ingeniería práctica”**. Buenos Aires, Argentina, Editorial el Ateneo
- Torres B. (2008) .**“Análisis y Diseño de Muros de Contención de Concreto Armado”** Publicaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, Venezuela.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2002), **“Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales”** .Caracas, Venezuela. De esta edición, FEDUPEL

Vargas, Rodrigo (2012) **“Análisis de la influencia de la variabilidad de los parámetros geotécnicos en el diseño geotécnico de muros de contención, utilizando el método monte Carlo”** Tesis de grado. Pontificia universidad de Perú.

Villafranca D.(2002). **“Metodología de la investigación”** Mc Hill México

Páginas Web

<https://www.gestiopolis.com/que-es-el-estudio-de-factibilidad-en-un-proyecto>

<https://economipedia.com/definiciones/factibilidad-tecnica.html>

<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/rafaeltorres/publicaciones/Texto%201/Muros%20de%20Contenci%F3n-2008-RT.pdf>

<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/rafaeltorres/publicaciones>

<http://www.construmatica.com>

<https://www.lifeder.com/factibilidad-economica>

<http://virtual.urbe.edu/tesispub/0092506/cap03.pdf>

<https://construccionenguadua.wordpress.com/author/construccionenguadua>

<https://es.slideshare.net/RubnUlloaMontes/bamb-y-construccion>

<https://www.slideshare.net/gustavoteneche/manual-de-construccion-con-bambu-guadua-joerg-stamm>

<https://dialnet.unirioja.es>