

UNION PARA ESTRUCTURAS EN GUADUA

HOJANN MAURICIO VIRGUEZ GUEVARA

BRAYAN RICARDO GUERRERO MENDOZA



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS

CIUDAD DE PRESENTACIÓN

BOGOTA

2020

UNION PARA ESTRUCTURAS EN GUADUA

**PRESENTADO PARA OPTAR AL TITULO DE TECNOLOGO EN
CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS**

Coordinador PTCA

Nelson Ricardo Cifuentes Villalobos

Docente proyecto

ARQ. Mauricio Carvajal



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS

BOGOTA

2020

Dedicatoria

Este trabajo lo dedicamos a nuestras familias las cuales nos han ayudado a que todo esto sea posible guiándonos desde la casa y enseñándonos el valor del estudio y el esfuerzo, también a nuestros profesores los cuales han sido los encargados de impartirnos el conocimiento y orientarnos en esta etapa de nuestras vidas

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
Planteamiento problema.....	14
Justificación.....	15
Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos.....	16
Marco Referencial.....	17
Comportamiento de guadua en diferentes uniones.....	17
Unión metálica para estructuras en guadua.....	17
Unión tipo simón Vélez	21
Unión tipo Sandra Clavijo sc.....	22
Unión abrazadera.....	23
Unión mecánica modificada.....	23
. Marco teórico	25
Características físicas de la guadua.....	25
Composición.....	25

UNION PARA ESTRUCTURAS EN GUADUA

	5
Fibras	26
Resistencia.....	26
Comportamiento estructural de la guadua.....	27
Marco Normativo	28
Generalidades	28
Metodología	31
Desarrollo de propuesta.....	32
Planimetría	32
Comparación de materiales por características.....	34
Acero Galvanizado.....	34
Hierro	35
Acero inoxidable calibre 6 con espesor de 4.94 mm y un peso de 7.9 lb pie2	37
Conveniencia del material en la aplicación de la unión.....	38
Pruebas al acero inoxidable como material.....	38
Prueba de tracción.	38
Prueba de compresión	39
Prueba de fuego	40
Prueba de corrosión y oxidación.....	41
Especificación de materiales utilizados en la unión.....	43

UNION PARA ESTRUCTURAS EN GUADUA

	6
Imagen 3D pieza terminada	44
Análisis de precios unitarios	45
Demostración ejemplar ahorro dinero con esta unión.....	46
Conclusiones	48
Recomendaciones.....	49
Bibliografía	50

Lista de Tablas

Tabla 1: promedio de corrosión	29
Tabla 2: Mínimo de zinc y anticorrosivo	29
Tabla 3: Ficha técnica acero inoxidable.....	37
Tabla 4 Análisis de precios unitarios	45

Lista de Figuras

• figura 1 Unión tipo metálica. Gómez y Días. (2017).	19
• figura 2: Demostración corrosión unión metálica ..Gómez y Días. (2017).....	20
• figura 3: Unión tipo simón Vélez. Tomado de “Takeuch.C.(2004).	21
figura 4: Unión tipo Sandra Clavijo SC. Tomado de “Jaramillo.D.y.Sanclemnte.g.(2003).	22
• figura 5: Unión tipo Sandra Clavijo SC. Tomado de “Jaramillo.D.y.Sanclemnte.g.(2003). 23	
• figura 6: Unión tipo Sandra Clavijo SC, Mejorada. Tomado de “Jaramillo.D.y.Sanclemnte.g.(2003).....	24
figura 7; Deformación a compresión. Figura original de Clavijo y Trujillo, 2000. Tomado de Takeuch 2004.....	27
figura 8: Unión planteada vista frontal. Elaboración propia.....	32
figura 9: Unión planteada vista posterior. Elaboración propia	33
figura 10: Plano vista en planta unión planteada. Elaboración propia.....	33
figura 11: Render 3D unión para construcción en guadua. Elaboración propia	34
• figura 12; Elementos es acero galvanizado. Tomado de “Made in china. (2017).....	35
• figura 13: Hierro base natural Medina Elvira(1995)	36
figura 14; Prueba de tracción. Elaboración propia.....	38
figura 15: Prueba de compresión. Elaboración propia.....	39

UNION PARA ESTRUCTURAS EN GUADUA

	9
figura 16:Prueba de fuego y temperaturas elevadas. Elaboración propia.....	40
figura 17;Día 1 prueba oxidación. Elaboración propia.....	41
figura 18:Día 2 prueba oxidación. Elaboración propia.....	42
figura 19:Imagen 3D unión planteada. elaboración propia.....	44
figura 20:Despiece unión planteada. Elaboración propia	44

Resumen

La guadua es una planta derivada del bambú que debido a sus propiedades tanto físicas como mecánicas es bastante utilizada en el gremio de la construcción en Colombia se empleó con mayor fuerza en el siglo XIX, por lo que en este país sobre todo en el Quindío y lo comprendido en el eje cafeteros se pueden observar diferentes referentes de este tipo de arquitectura. A pesar de que el tiempo ha transcurrido y se han implementado nuevos materiales la guadua aún se usa con fines constructivos.

Si se habla de la guadua y sus diferentes uniones se puede decir que aún se encuentran fallencias, debido a que es un material fácil de dañar y en la mayoría de uniones se hace necesario perforar el material rajándolo y ocasionando pérdidas estructurales, en las cartillas, manuales y normas de construcción en Colombia se han identificado estas fallas sin embargo no se genera una solución radical si no que se opta por reforzar la guadua con otros materiales como lo es el mortero, si se tiene en cuenta lo dicho anteriormente se hace necesario investigar y dar solución a esta problemática que radica en las formas de conexión entre las piezas de guadua. En este trabajo se busca implementar una unión que no necesite perforar la guadua para conectarla con otra pieza, para lograr esto primero se realizaron diferentes investigaciones tomando fuentes primarias como grandes conocedores del tema, tesis, normas y por supuesto visitas de campo, se identificaron las principales fallas y se planteó una solución que en este caso fue una especie de abrazadera metálica con un dado en un extremo y un dado hueco en el lado contrario, estas últimas piezas lograran encajar una guadua con la otra a forma de lego pero sin dejar de ser versátil para el diseño de la vivienda a realizar.

Palabras claves: Estructuras en guadua, unión, conexión entre piezas de guadua, perforar, diseño.

Abstract

The guadua is a plant derived from bamboo that is due to its physical and mechanical properties, it is quite physical in the construction sector, in Colombia it was used with greater force in the 19th centuries, that is why in this country especially in the Quindío and what is included in the coffee axis we can see different references of this type of architecture. Despite the fact that time has passed, and new materials have been implemented, guadua is still used with constructive fines. If we talk about guadua and its different joints we can say that there are still shortcomings, because it is an easy material to damage and in most joints it is necessary to perforate the material by splitting it and causing structural losses, in the primer, manuals and construction regulations in Colombia these faults have been identified, however, a radical solution is not generated if you do not choose to modify the guadua with other materials such as mortar, if we take into account what has been said above, it is necessary to investigate and give solution to this problem that lies in the ways of connection between the pieces of guadua. In this work we seek to implement a union that does not need to pierce the guadua to connect it with another piece, to achieve this we first carry out different investigations taking primary sources such as great connoisseurs of the subject, thesis, norms and of course field visits, we identify the main flaws and We gave a solution that in our case was a kind of metal clamp with a die on one end and a hole on the opposite side, these last pieces managed to fit one guadua with the other as a lego but while still being versatile for the design of the house to be made.

Introducción

Mucho se ha dicho e investigado sobre la construcción en guadua debido a que es un material versátil, resistente y capaz de soportar esfuerzos de compresión, tracción y momentos como la flexión, sin embargo no se ha hecho investigaciones pertinentes en lo que corresponde a uniones para la conexión entre guaduas , es verdad que las ya existentes cumplen su función pero debilitan el material debido a que se tiene que realizar la modificación del mismo ya sea perforándolo o cortándolo para lograr encajarlo, en esta investigación se ha logrado desarrollar una unión que no afecta la estructura del material actuando como una especie de abrazadera con uniones tipo lego que logran encajarse unas con otras logrando generar estructuras eficientes , se realizaron pruebas como :

Pruebas de fuego

Prueba de compresión

Prueba de tracción

Prueba de oxidación

Todo esto con el fin de probar la calidad del material y la efectividad ante diferentes situaciones que se puedan presentar y que pudieran atentar contra la eficacia de esta pieza. Los resultados que se obtuvieron fueron demasiado optimistas y se puede utilizar esta pieza en la construcción de viviendas, todo estos se realizaron desde la casa debido a la situación de emergencia sanitaria que se ha presentado en lo recorrido de este año.

Es el apartado que permite al lector hacerse con un panorama total del documento, debe ser ágil, narrativamente deben estar estructurado de tal manera que el lector logre comprender las variables del texto que tiene en sus manos, desde los aspectos formales hasta los aspectos cotidianos de la investigación.

Planteamiento problema

La guadua esta entre uno de los materiales más estudiados en este país por esto se han logrado grandes avances que contribuyen con el mejoramiento de las construcciones , además de utilizarse en compañía de otros materiales como la tapia pisada y el bahareque, de ahí que se han creado formas de unión entre guaduas como por ejemplo de cuerdas que consiste en perforar el material por las partes específicas en donde se valla a unir con la otra pieza , se pasa un laso por estos huecos realizados y se generan nudos en forma de unión; por otra parte encontramos zunchos que básicamente cumplen la función de abrazar la guadua de modo que quede unida con la otra , en esta no se necesita perforar ni dañar el material pero cabe aclarar que no es tan versátil y eficaz cuando tratamos de hacer uniones en ángulos opuestos : y por ultimo encontramos los pernos , siendo el más utilizado en la actualidad pero a la vez el que acarrea más problemáticas a la hora de construir , ya que afecta la resistencia de la guadua haciendo que esta pierda propiedades de reacción ante comportamientos de flexión y de compresión.

De tal manera la pregunta seria:

¿Cómo se puede implementar una unión entre guaduas que no dañe ni debilite el material?

Justificación

Esta investigación tiene como fin mejorar la construcción en guadua para que este tipo de arquitectura pueda seguirse realizando y preservando en el tiempo como una arquitectura clásica y vernácula. Como innovación a nivel nacional busca que el producto final no genere ningún daño a la guadua como material de construcción de viviendas y que por el contrario se pueda generar diferentes diseños comprendiendo y teniendo clara la idea de multi angulación de la unión final , lo que incentivo la realización de este proyecto es básicamente la idea de pérdida de identidad y poco avance en construcción clásica con guadua, teniendo en cuenta que Colombia es un país rico en este tipo de flora y que es poco aprovechada para realizar lugares habitables , de este modo se identificaron fallas en las viviendas que se realizan con este material y muchas de estas provenían de la manera en cómo iban sujetadas o unidas unas con las otras para poder formar un muro tanto estructural como de cierre.

Se hace pertinente realizar esta investigación , para poder avanzar y adaptar estas construcciones a la modernización que vivimos estos días y continuar el proceso de transición que se está viviendo dentro de la construcción en donde se están construyendo viviendas sostenibles con materiales que no generen mayor impacto en el medio ambiente

Objetivos

Objetivo General

Fabricar una unión para la construcción en guadua que permita solucionar las patologías que se generan al perforar o cortar el material para realizar estructuras o viviendas.

Objetivos Específicos

Reemplazar las uniones que necesitan perforar el material para evitar daños estructurales en la construcción.

Ahorrar dinero en el costo del mantenimiento de estructuras realizadas con guadua.

Reducir el tiempo necesario para la construcción de estructuras en guadua

Marco Referencial

Comportamiento de guadua en diferentes uniones

Takeuchi,. (2004) nos habla de las estructuras en guadua y las uniones y el funcionamiento mecánico.

En el diseño de estructuras con guadua, se debe tener especial cuidado con el diseño de las uniones, ya que la falla de las conexiones puede inducir una falla prematura en la estructura.

Es por esto que para tener un mayor conocimiento del comportamiento de las conexiones en guadua y proponer algunas, se han realizado en la Universidad Nacional numerosas investigaciones de conexiones, entre otras las de Jenny Garzon¹²; Clavijo y Trujillo; Flurez¹³, Peña y Rodríguez¹⁴; Jaramillo y Sanclemente¹⁵; Camacho y Pérez¹⁶. (p. 6)

Unión metálica para estructuras en guadua

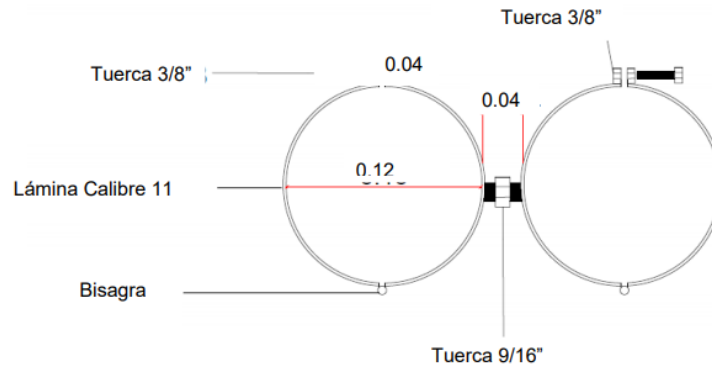
Gómez y Días (2017)

Las uniones de tipo de abrazadera tubular y rígida ayudarían a transmitir los esfuerzos y cargas de una forma eficiente proporcionando mayor resistencia a la estructura. (...)

El diseño de la unión se definió como un tipo de abrazadera ya que trabaja como una fibra radial en el exterior de la guadua y a la vez evita que sea

perforada, el diámetro de la unión se dio gracias al análisis del estudio de Barreto, Estudio técnico y logístico de bambú (*Guadua angustifolia kunth*) de sección transversal triangular (modificada) para fabricar vigas laminadas en Colombia. ,en donde indica que el estándar de la guadua que se utiliza para estructuras tiene un diámetro entre 10cm a 12cm , también cabe aclarar que la guadua no tiene el mismo diámetro, por lo que se le dio una altura a la unión de 12 cm ya que en este punto el diámetro no varía significativamente y permite que se ajuste en los dos extremos de la unión, cada uno con su respectivo tornillo , otro punto importante de la altura de la unión es que los esfuerzos ya tienen un punto de concentración más grande , de esta forma ayudan a transmitir los esfuerzos y cargas. optimizando y mejorando la resistencia de la estructura. (...)

El material principal de estos prototipos es un tubo col role de calibre 16, varilla roscada de 9/16, tuercas 5/8 " y tornillos 5/8 " , como herramienta de corte se utilizó una tronadora, como se ve en la imagen se cortaron fragmentos de 12cm y en cada una se realizó un corte a la mitad para instalar la bisagra que es la que permitirá que trabaje como abrazadera y al otro extremo se instalaran cuatro tuercas para el ajuste.(pp. 26.31)



- *figura 1* Unión tipo metálica. Gómez y Días. (2017). Unión metálica para estructuras en guadua. (Proyecto de grado. Universidad la gran Colombia). Recuperado de https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3375/union_metalica_estructuras.pdf?sequence=1&isallowed=y

Nota: En el caso de esta unión la cual es bastante similar a la que se propone y tiene características muy bien planteadas, también siguen existiendo falencias no solo en la unión si no en como esta podría afectar la guadua. Entre estas podemos encontrar que su material no tiene ningún tipo de impermeabilizante lo que hicieron fue recubrirlo con una pintura común para mejorar su estética lo cual en determinado plazo al hacer contacto con la humedad podrían generarse unas burbujas haciendo que incluso esta se caiga y pueda dañarse fácilmente por otra parte los cambios climáticos hacen que esta unión se oxide de manera fácil y aunque no se esté gastando dinero para cambiar la guadua si lo estaría haciendo para cambiar la unión, al corroerse este material u oxidarse podría llamar agente patógenos y hongos que se encuentran en el entorno prestándose para que crezcan allí y empiecen a generar una patología en la guadua que al final terminara en una especie de pudrición del material por lo tanto se tendría que reemplazar la guadua y por ultimo encontramos que no tiene ninguna protección para la guadua es decir la misma unión por la presión que puede ejercer sobre la guadua podría dañarla e incluso al no ser un material destinado para adherirse a una superficie podría llegar a desplazarse a través de la

guadua.



- *figura 2:* Demostración corrosión unión metálica ..Gómez y Días. (2017). Unión metálica para estructuras en guadua. (Proyecto de grado. Universidad la gran Colombia). Recuperado de https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3375/union_metalica_estructuras.pdf?sequence=1&isallowed=y

Analizando estas falencias determinamos que nuestro factor de innovación está basado en esos pequeños detalles que hacen que la unión funcione de manera adecuada en todos los aspectos, por este motivo se realizaron cambios de materiales , se cambió la forma de cierre , y se agregaron empaquetaduras que hacen que la unión se mantenga fija y además se adapte de mejor manera a la guadua al tiempo que la protege de la presión ejercida, evitando todas los posibles errores que se puedan presentar con el paso del tiempo y los cambios climáticos.

Unión tipo simón Vélez

Esta unión surge de una necesidad de mejorar dicha conexión, la unión consiste en varilla de 5/8" con mortero o neopreno, la unión trabaja a esfuerzos de tensión atravesando una varilla de 5/8" que va en el canuto trasmitiendo todas sus fuerzas siguientes paso es rellenar el canuto con mortero al trabajar a tensión se encuentra una falencia entre las paredes del canuto y el mortero su adherencia a las paredes de guadua fallando por desgarramiento.

El objetivo es aprovechar las fibras longitudinales de la guadua perforándolas con puntillas helicoidal las cuales esto hace una mejora en la adherencia de la guadua posteriormente se utilizan prismas de neopreno para que la unión tenga una mejor adherencia



- *figura 3:* Unión tipo simón Vélez. Tomado de "Takeuch.C.(2004). Comportamiento estructural del comportamiento estructural de la guadua angustifolia. Uniones en guadua guadua angustifolia. Uniones en guadua. (revista ingeniera e investigación no. 55). Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/18696/1/14594-43766-1-PB.pdf>

Unión tipo Sandra Clavijo sc

Este tipo de unión la proponen los ingenieros David Trujillo y Sandra Clavijo en su diseño evolucionan las conexiones atracción en guadua en lo cual consiste enrollar una lámina CR cal. 22 en cada Angulo de la guadua, la lámina se perfora y se sujetan con tornillo de $\frac{1}{4}$ " de diámetro por encima o de bajo del canuto la cantidad de tornillo de pende a qué tipo de fuerzas que trabaje la estructura.

La lamina tiene una distancia mínima al borde de $\frac{1}{2}$ ", la distancia mínima de los tornillos es 3 veces su diámetro, por lo cual obtiene un ancho de 0.08dm, para perforar 3 tornillos de $\frac{1}{4}$ " con distancia de 0.02m.

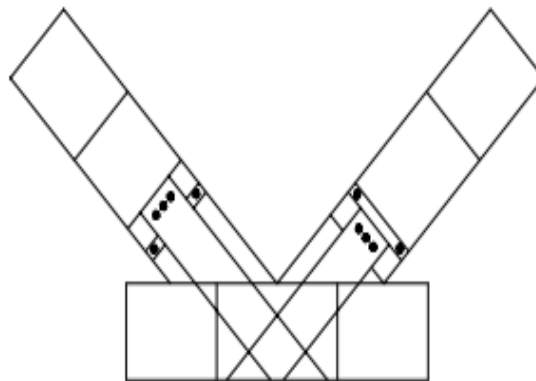


figura 4: Unión tipo Sandra Clavijo SC. Tomado de "Jaramillo.D.y.Sanclemnte.g.(2003). Estudio de uniones de uniones con Angulo de inclinación entre elementos. (tesis de gran, universidad nacional de Colombia). Recuperado de https://www.usmp.edu.pe/centro_bambu_peru/pdf/ESTUDIO_UNIONES_GUADUA_ANGULO_INCLINACION_ENT.pdf



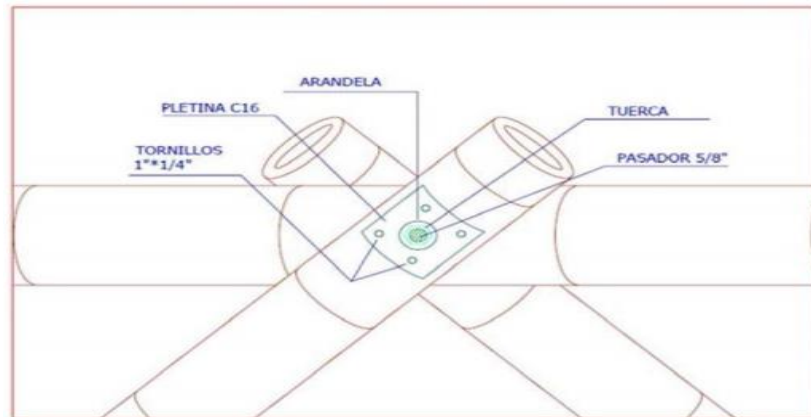
- *figura 5:* Unión tipo Sandra Clavijo SC. Tomado de “Jaramillo.D.y.Sanclemnte.g.(2003). Estudio de uniones de uniones con Angulo de inclinación entre elementos. (tesis de gran, universidad nacional de Colombia). Recuperado https://www.usmp.edu.pe/centro_bambu_peru/pdf/ESTUDIO_UNIONES_GUADUA_ANGULO_INCLINACION_ENT.pdf

Unión abrazadera

Este tipo de unión se basa en una lámina cold rollad calibre 22 de 4 cm de ancho. consiste en darle 5 vueltas a la guadua con 12 perforaciones a su alrededor los tornillos son de un ¼” con un pasador que nos da una mera a la resistencia a tracción de pulgada este tipo de unión tiene un a resistencia de 10.500Kg.

Unión mecánica modificada

Está conformada por láminas rectangulares calibre 16 que se conectan, este tipo de unión son perforadas con un pasado de 16 mm (5/8”) para sujetar la lámina van perforados 4 tornillos de cabeza hexagonal de 25 mm (1”) de largo por 6 mm (1/4”) de ancho, para su ejecución se hace un pre-taladro para introducir el perno y los tornillos evitando la falencia por rajadura esta conexión tiene una resistencia de 2100 kg.



- *figura 6*: Unión tipo Sandra Clavijo SC, Mejorada. Tomado de “Jaramillo.D.y.Sanclemnte.g.(2003).Estudio de uniones de uniones con ángulo de inclinación entre elementos.(tesis de gran, universidad nacional de Colombia).Recuperado de https://www.usmp.edu.pe/centro_bambu_peru/pdf/ESTUDIO_UNIONES_GUADUA_ANGULO_INCLINACION_ENT.pdf

. Marco teórico

Una de las principales falencias en las estructuras en guadua se encuentra en sus uniones, por lo general las uniones se hacen a través de pernos y la guadua es un material fibroso por lo cual tienden a manifestarse cortante entre la guadua y el perno. En este caso se mostrarán las falencias al trabajar a compresión y tracción observando sus daños directos.

Características físicas de la guadua

Pantoja. Y. Acuña (2005) estos son algunas propiedades de la guadua, características principales y de que se conforma.

La sección transversal de la Guadua se diferencia en una zona oscura exterior de aproximadamente 30% y una zona blanca porosa interior de 70% aproximado.

Con el aumento de altura sobre el suelo, la porción de las fibras externas densas en relación con la sección transversal es más alta y por eso los tallos delgados se comportan mejor que los tallos gruesos en relación con la sección transversal.

(p.26)

Composición

Pantoja, Y, Acuña (2005). esto son algunos porcentajes de la guadua y comportamientos.

La masa de la Guadua está conformada por un 50% de celulosa y hasta 30% de lignina. Los tallos se afilan hacia arriba y el grueso de las paredes se adelgaza. La alta resistencia longitudinal de las paredes de los entre nudos, se debe a que las

fibras están dispuestas en dirección paralelas. En los nudos las fibras se cruzan en todas las direcciones. (Citado por Días.W.y. Gomez.L,2017, p. 17).

Fibras

Pantoja, Y, Acuña (2005).

“El material de la Guadua está formado por una sustancia que mantiene las fibras unidas. Las fibras crecen axialmente y se consolidan en el extremo superior del tallo, como también en sus bordes externos”.

“La masa de la Guadua está conformada por un 50% de celulosa y hasta 30% de lignina. Los tallos se afilan hacia arriba y el grueso de las paredes se adelgaza” (p. 25)

Resistencia

Takeuchi, (2004). La guadua es uno de los materiales que trabaja mejor a tracción que el acero.

La guadua es uno de los materiales resistentes a tracción paralela a la fibra muy por encima al a acero por otra parte a compresión y es muy bajo paralelo a la fibra su módulo de elasticidad es muy bajo por esto hay que tomar precauciones a la hora de su diseño para no tener deformaciones. (P. 5)



*figura 7;*Deformación a compresión. Figura original de Clavijo y Trujillo, 2000. Tomado de Takeuch 2004

Comportamiento estructural de la guadua

Takeuchi (2004). Algunas de la resistencia paralela a la fibra.

Según la revista ingeniería e investigación del (2004) la guadua posee fibras longitudinales con una alta resistencia a la tracción. Se ha llegado a encontrar en ensayos¹ de probetas de guadua tomadas de la pared externa sin incluir los nudos, una resistencia a la tracción promedio de 2.561 kg/cm², resistencia bastante alta si se tiene en cuenta que el acero A36 tiene un esfuerzo de fluencia de 2.530 kg/cm² y un esfuerzo último del orden de 4.000 kg/cm²; por esta razón se conoce a la guadua como el acero vegeta (p. 4)

Marco Normativo

Generalidades

Dentro de la normativa que rige la construcción en guadua se encuentran diferentes normas aplicables en la Unión entre este material para la conformación de estructuras o viviendas, entre estas se observa la NSR 10 o también conocida como la norma de construcción sismo resistente en Colombia la cual dice en su título g los requisitos que se deben cumplir para la proposición y fabricación de nuevas piezas para la Unión, entre estos se debe tener en cuenta el cumplimiento de esfuerzos que esta puede llegar a suponer al material como lo podría ser el esfuerzo a cortante que por lo general lo realizan los pernos, los tornillos, los pasantes etc....

En la misma norma en el título g numeral 6.3.2 ya se empieza a dirigir hacia las uniones existentes o propuestas que tengan como material principal el hierro, metal o que tenga características físicas que actúen con el medio ambiente y pueda corroerse, en este caso lo que sugiere es recubrir el material para protegerlo y todo esto dependiendo del sitio en donde se valla utilizar. (NRS-10, 6.3.2,2010)

Tabla 1: promedio de corrosión

Medio Ambiente y Promedio de Corrosión Anual en micras de galvanización um/año

Humedad relativa media	Medio ambiente ataque tipo	Características	Promedio de corrosión anual um/año
>70 %	1. Industrial - Tipo 1	Atmosfera severamente contaminada con dióxido de azufre y otras sustancias corrosivas	5.6
>70 %	2. Urbano no industrial o Marino - Tipo 2	Atmosfera de ciudad densamente pobladas contaminadas con dióxido de azufre y otros.	1.5
>70%	3. Sub –urbano - Tipo 3	Atmosfera de suburbios menormente poblado con menor grado de contaminación	1.3
<70 %	4. Rural - Tipo 4	Atmosfera propia de estas áreas carentes de contaminación	0.8
<70 %	5. Interiores - Tipo 5	Atmósferas con reducida contaminación	0.5

NOTA: 1 um \approx 5.75 gramos /m²

Nota: Tomado de “Norma de sismo resistencia colombiana (Nsr-10). (2010). título G. Recuperado de <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/7titulo-g-nsr-100.pdf>

También da un mínimo de recubrimiento en zinc que se le debe aplicar al material utilizado, igual depende del medio en donde este se ponga, se debe tener en cuenta que estas condiciones medio ambientales también pueden cambiar.

Tabla 2: Mínimo de zinc y anticorrosivo

Parámetros mínimos de protección anticorrosiva para medios de unión.

Tipo de medio	Localización atmosférica		
	Exposición a la intemperie y humedad relativa media >70%, construcciones cubiertas sometidas a ataques corrosivos, tipo (1)	Exposición bajo cubierta y ataque corrosivo mediano, humedad relativa media >70% tipo (2 y 3)	Exposición bajo cubierta y humedad relativa media <70 % expuesta a ataques corrosivos leves tipo (4 y 5)
Mínimo recubrimiento de zinc en gr/m ²			
Conectores, pernos barras, clavos, tornillos, tuercas	400	Anticorrosivo, o, 80	Anticorrosivo, o, 50
Grapas	Acero inoxidable	Acero inoxidable	50
Placas de acero e≤3mm	Acero inoxidable, o, 400	275	275
Placas de acero 3se≤5mm	Acero inoxidable, o, 600	400	100
Placas dentadas	Acero inoxidable, o, 600	350	275
Colectores unilaterales	400	400	400
Clavos y tornillos con planchas de acero externas		50	50

Nota: Tomado de “Norma de sismo resistencia colombiana (Nsr-10). (2010). título G. Recuperado de <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/7titulo-g-nsr-100.pdf>

Toda esta información es brindada por la norma ya que en el principio de este título dice que se puede proponer una Unión siempre y cuando cumpla con las características exigidas y establecidas por los estándares nacionales e internacionales, por lo tanto, lo que hacen es facilitar la búsqueda de la información para la fabricación de nuevas uniones.

Para realizar uniones que funcionen en la guadua debe diseñarse de manera que perpendicular a la posición de las fibras de la guadua de manera que no la dañe en el momento en la colocación, en cualquiera de estos casos no se podrá poner uniones clavadas como lo son las puntillas ya que estas penetran de manera forzada la guadua y hace que falle instantáneamente.

Metodología

Para lograr que la investigación se desarrolle de manera correcta y poder obtener unos resultados finales, se realizara la búsqueda de información en tesis desarrolladas por otros estudiantes no solo de la universidad la gran Colombia si no cualquiera que permita entender el porqué de la falencia y el cómo darle una solución, en lo posible se realizaran pruebas de campo en donde podemos evidenciar el daño de la guadua por la modificación para su unión.

Una vez obtenidos los primeros resultados se diseñara la unión que solucionara esta problemática, en principio se ha pensado en una abrazadera que cuente con unas respectivas formas de anclaje y unión con otras del mismo tipo, se elegirá el material más adecuado para la fabricación de la unión para determinar cuál podría hacer este material se compararan diferentes componentes ,reacciones a esfuerzos ,la capacidad de soportar los climas el fuego y demás factores que puedan llegar a dañar la conexión. Una vez construida la pieza final también se tendrá que probar si es funcional o no lo es para esto se pueden contar con la realización pruebas como lo son la de adherencia a la guadua para determinar si se quedara en el sitio en donde se podrá , pruebas de compresión a la guadua para saber en qué cantidad aumenta la resistencia de la misma en comparación con una guadua perforada o modificada , y pruebas de versatilidad de diseño con la unión para entender en que situaciones se puede utilizar y que diseños se pueden realizar con esta unión.

Desarrollo de propuesta

Unión en acero inoxidable para construcciones en guadua, con esta unión se resolverá la problemática planteada en un principio ya que no afecta la resistencia del material ni se hace necesario introducir pernos, pasadores, ni cuerdas. Esta unión está compuesta por dos partes en forma de u con superficies planas laterales, adicional a esto en su parte media exterior podemos encontrar dos fichas diferentes en forma de hexágono, una de estas es sobresaliente y maciza con pequeños agujeros que se encargaran de encajarla con la otra pieza que se encuentra en el extremo opuesto y que tiene la misma forma hexagonal pero invertida a la anterior es decir cóncavo, en la cara interior tiene un caucho que cumple la función abrazar de mejor manera el material sin dañarlo y no permite que esta unión se desplace hacia ninguna dirección ya que hace se agarra a la guadua.

Planimetría

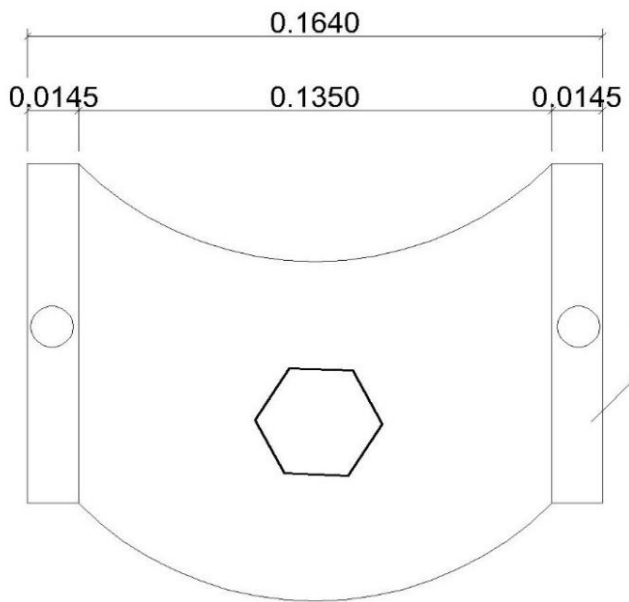


figura 8: Unión planteada vista frontal. Elaboración propia

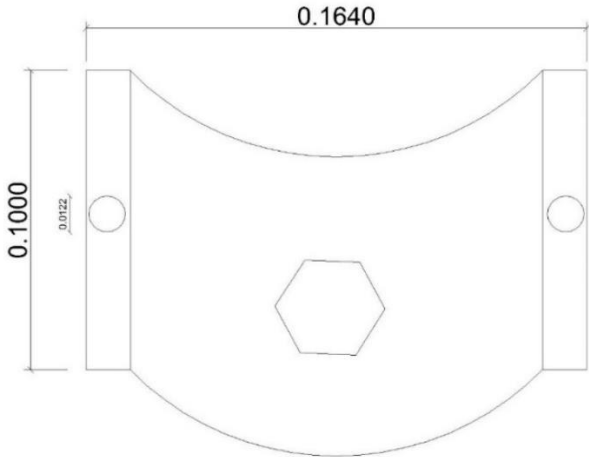


figura 9: Unión planteada vista posterior. Elaboración propia

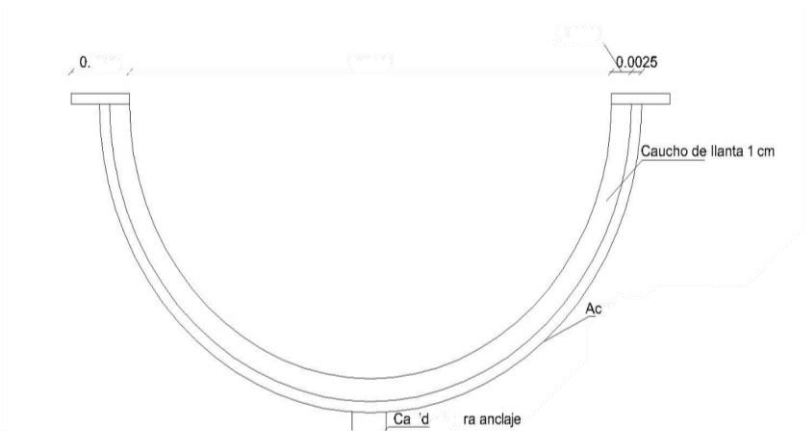
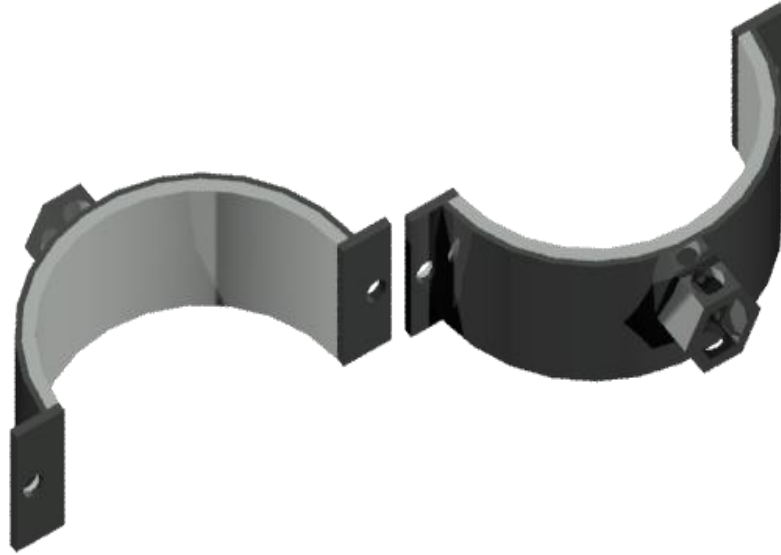


figura 10: Plano vista en planta unión planteada. Elaboración propia



*figura 11:*Render 3D unión para construcción en guadua. Elaboración propia

Comparación de materiales por características

A continuación, se realizarán las pruebas pertinentes a los materiales preseleccionados, con el fin de verificar su comportamiento, su resistencia, y su actuar frente a cambios climáticos.

Acero Galvanizado

Este tipo de acero tiene como principal característica su recubrimiento en zinc, lo que le permite actuar de manera correcta ante una posible oxidación y evitando daños que se puedan presentar debido a los factores climáticos y de medio ambiente.

Algunas de las ventajas que se pueden mencionar de este tipo de acero es que por su recubrimiento en zinc se hace mucho más duradero en el tiempo y no hay cabida para que la humedad y el viento cause algún tipo de daño en su superficie, también es una pieza que por su

capacidad de recubrimiento es difícil de rayar o maltratar haciendo que sea atractiva visualmente.

Básicamente sus características son similares al acero inoxidable en cuanto a resistencia debido a que los dos se desprenden y tienen como material principal el hierro.



- *figura 12*;Elementos es acero galvanizado. Tomado de “Made in china. (s.f.) Tubo de acero galvanizado Tubo de acero galvanizado de tubos de acero galvanizado Pre. Recuperado de: https://es.made-in-china.com/co_tjpbtd/product_Galvanized-Steel-Pipe-Galvanized-Steel-Tube-Pre-Galvanized-Steel-Pipe_enurhoeiy.html

Hierro

El hierro es el principal material utilizado en la elaboración de aceros , ya sea para la construcción o para cualquier tipo de pieza mecánica, este es un material que se puede moldear y que puede tener propiedades de atracción como los imanes, la desventaja que tiene el hierro en su estado natural es que es bastante propenso a la oxidación debido a que el aire y la humedad penetran en sus fibras y hace que el material se valla dañando y perdiendo su resistencia, tiende a ser un material incluso toxico para el ser humano .



- *figura 13:* Hierro base natural después de ser tratado tomado de Estudio cuantitativo y comparado de la estabilización de ocho objetos del yacimiento medieval de Medina Elvira(1995Recuperado de <https://hera.ugr.es/tesisugr/18481504.pdf>

Acero inoxidable calibre 6 con espesor de 4.94 mm y un peso de 7.9 lb pie²

Tabla 3:Ficha técnica acero inoxidable

FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE

TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE		SERIE 300	
		Acero al Cromo - Níquel	Acero al Cromo - Níquel - Molibdeno
DESIGNACIÓN	TIPO AISI	304	316
	COMPOSICIÓN QUÍMICA	C ≤ 0.08%* Si ≤ 1.00% Mn ≤ 2.00% Cr 18% - 20%* Ni 8% - 10,5%*	C ≤ 0.08%* Si ≤ 1.00% Mn ≤ 2.00% Cr 16% - 18%* Ni 10% - 14%* Mo 2% - 2.5%*
PROPIEDADES FÍSICAS	PESO ESPECÍFICO A 20C (DENSIDAD)	(g/cm ³) 7.9	7.95 - 7.98
	MÓDULO DE ELASTICIDAD	(N/mm ²) 193,000	193,000
	ESTRUCTURA	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO
	CALOR ESPECÍFICO A 20C	(J/Kg K) 500	500
	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA A 20C/100C	(W/mK) 15 / 16	15 / 16
	COEFICIENTE DE DILATACIÓN A 100C	(x 10 ⁻⁶ C ⁻¹) 16.0 - 17.30	16.02 - 16.5
PROPIEDADES ELÉCTRICAS	INTERVALO DE FUSIÓN	(C) 1398/1454	1371/1398
	PERMEABILIDAD ELÉCTRICA EN ESTADO SOLUBLE RECOCIDO	AMAGNÉTICO 1.008	AMAGNÉTICO 1.008
PROPIEDADES MECÁNICAS A 20C	CAPACIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20C	(μΩm) 0.72 - 0.73	0.73 - 0.74
	DUREZA BRINELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO	130150 / 180330	130185 / -
	DUREZA ROCKWELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO	7088 / 1035	7085 / -
	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN RECOCIDO / DEFORMACIÓN EN FRÍO	Rm (N/mm ²) 520 - 720 / 540 - 750	540690 / -
	ELASTICIDAD RECOCIDO / CON DEFORMACIÓN EN FRÍO	Rp (N/mm ²) 210 / 230	205410 / -
	ELONGACIÓN (A ₅) MIN	(%) ≥ 45	
PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE	RESILIENCIA KCUL / KVL	(J/cm ²) 160 / 180	160 / 180
	ELASTICIDAD	RP(0.2) A 300C/400C/500C (N/mm ²)	125 / 97 / 93
		RP(1) A 300C/400C/500C (N/mm ²)	147 / 127 / 107
LÍMITE DE FLUENCIA A 500C/600C/700C/800C	σ _{1/10} ² /h (N/mm ²)	68 / 42 / 14.5 / 4.9	82 / 62 / 20 / 6.5
TRATAMIENT. TÉRMICOS	RECOCIDO COMPLETO	(OC) ENFR. RÁPIDO 1008/1120	ENFR. RÁPIDO 1008/1120
	RECOCIDO INDUSTRIAL		
	TEMPLADO	NO ES POSIBLE	NO ES POSIBLE
	INTERVALO DE FORJA INICIAL / FINAL	(C) 1200 / 925	1200 / 925
OTRAS PROPIEDADES	FORMACIÓN DE CASCARILLA, SERVICIO CONTINUO / SERVICIO INTERMITENTE	925 / 840	925 / 840
	SOLDABILIDAD	MUY BUENA	MUY BUENA
	MAQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. B1112	45%	45%
EMBUCCIÓN	MUY BUENA	BUENA	

* Son aceptables tolerancias de un 1%

Nota: tomado de "Carbone satinales Steel(2007)

Recuperado de : <https://www.empresacarbone.com/pdf/ficha-tecnica-del-acero-inoxidable.pdf>

En la anterior ficha técnica se puede observar las diferentes características tanto físicas como mecánicas del acero inoxidable.

Conveniencia del material en la aplicación de la unión

Observando las características de los materiales se ha identificado que el acero inoxidable es el más adecuado para desempeñar las funciones necesarias en la unión debido a que es superior a los otros en uno de los factores más importantes tenidos en cuenta como lo es su comportamiento ante cambio climáticos, también es un material bastante económico y fácil de obtener.

Pruebas al acero inoxidable como material

Prueba de tracción.



figura 14;Prueba de tracción. Elaboración propia

En esta prueba lo que se hizo fue coger un elemento conformado por acero inoxidable y generar fuerzas opuestas para determinar la capacidad de resistencia del mismo, la principal característica de este elemento es que tiene una forma similar a la unión planteada con la única diferencia que es cerrada en su parte posterior, la fuerza ejercida por cada hombre es aproximadamente de 100 kg fuerza.

Resultado: En esta prueba el material no sufrió ningún tipo de deformación y se resistió de manera adecuada a la fuerza ejercida. Empujándolas hacia adentro.

Prueba de compresión

Se describe como compresión a la fuerza que empuja desde dos extremos opuestos determinado objeto hacia el centro, en este caso se comprime el material



*figura 15:*Prueba de compresión. Elaboración propia

Para la realización de esta prueba se puso el mismo artefacto de acero inoxidable en el suelo y dos personas se subieron en el con el fin de comprimirlo , todo esto se da gracias a la fuerza de gravedad que hace que el cuerpo de las personas valla hacia el centro de la tierra empujando estos mismos sobre el material, y como el suelo estaba formando una barrera pone

resistencia a esta fuerza y empuja el cuerpo en dirección contraria , el peso de la sumatoria de las dos personas es 142 kg.

Resultado: En esta ocasión tampoco se encontró ningún tipo de deformación en el material por lo tanto en esta prueba también se determina que es bastante eficaz el acero inoxidable.

Prueba de fuego



figura 16: Prueba de fuego y temperaturas elevadas. Elaboración propia

En esta prueba se sometió el material ante calores de más de 250 grados centígrados repartidos en 4 fogones enfrente del mismo y uno debajo todo esto para que se caliente de manera más rápida y uniforme, el tiempo estimado que se dejó este material en el calor fue de 15 minutos.

Resultado: Cuando se observa el material en comparación con el fuego no hay ningún cambio en el mismo más que una pequeña pigmentación color café la cual determina que se estaba quemando sin embargo no presenta un factor de riesgo en un posible incendio, como otro resultado se pudo notar que conserva la tempera dentro de sí mismo, es decir, aunque no propaga el fuego una persona podría quemarse al tocarlo.

Prueba de corrosión y oxidación



*figura 17;*Día 1 prueba oxidación. Elaboración propia



*figura 18:*Día 2 prueba oxidación. Elaboración propia

Para la elaboración de esta prueba lo que se hizo fue llenar el recipiente de acero inoxidable con agua esperar y dejarla allí por tres días para mirar si esta puede realizar algún estrago, corrosión u oxidación en el material.

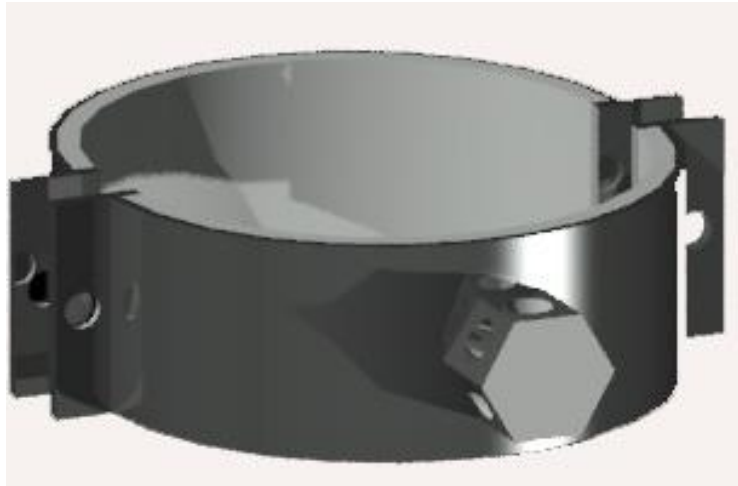
Resultado: Se comprobó que el agua no sugiere amenaza para el material por lo tanto este no pierde resistencia, ni se oxida.

Una vez terminada estas pruebas, se determina que el producto está listo para fabricarse, teniendo plena seguridad de que va a funcionar y que el material es el adecuado, para realizar una unión de esta categoría.

Especificación de materiales utilizados en la unión.

Esta pieza se compone de dos arcos en acero inoxidable calibre 6 con un espesor de 4.94 mm el radio del arco medido desde su parte interna es de 12.8 cm, además de esto tiene un empaque interno el cual es de caucho extraído de una coraza de bicicleta numero 13 con un espesor de 3 mm y adherido al arco de acero inoxidable con permabont en su parte media exterior encontramos una pieza cóncava hexagonal en acero inoxidable en donde cada uno de sus vértices mide 1.2 cm esta pieza tiene una perforación que atraviesa desde su cara superior hasta su cara inferior y tiene un diámetro de 7 mm y se une al arco de acero a través de una soldadura ,en la cara contraria a la descrita anterior mente tiene una pieza hexagonal sobre saliente maciza elaborada en acero inoxidable perforada por todos sus vértices unida al arco de acero a través de una soldadura, además de esto en sus partes laterales encontramos aletas realizada en forma rectangular vertical con medidas de 10 cm por 1.4 cm elaborada en acero inoxidable y tiene una perforación y tiene una perforación de 8 mm en el centro , esta unión cuenta con accesorios adicionales que hacen que la unión se complemente estas son uno para las piezas exteriores laterales descritas anteriormente y este sea de 1/4" el cual se traduce en 6.3 mm de diámetro y una altura de 4 cm, tuerca roscada con una medida de 1/4" y por ultimo una arandela lisa con una medida de 1/4",estas también están realizadas en acero antioxidante.

Imagen 3D pieza terminada



*figura 19:*Imagen 3D unión planteada. elaboración propia



*figura 20:*Despiece unión planteada. Elaboración propia

Análisis de precios unitarios

Tabla 4 Análisis de precios unitarios

Materiales				
Descripción	U.Medida	cantidad	Valor unita	Valor parcial
Acero inoxidable ,calibre 6 espesor 4.94 ml	m2	0,34	42000	14280
Coraza bicicleta numero 13	u/a	0.5	7000	3500
permabond(pegante)	ml	20%	36000	7200
perno M5 diametro 6.96 ml largo seccion vertic	u/a	5	480	2400
Precio total materiales		27380		
Transporte				
descripciom	u.medida	cantidad	valor unita	valor parcial
Viaje	u/a	1000	30.000	30
precio transporte		30		
Costo mano de obra				
Descripción	u.medida	cantidad	valor unita	valor parcial
obra/labor	hora	0.45	3000	6750
Precio mano de obra		6750		
Equipos y herramientas				
Descripción	u.medida	cantidad	valor unita	valor parcial
dobladora y cortadora de acero y metal utilidad	un	2 cortes	700000	16,4
Taladro,utilidad aprox 30,000 agujeros(cambiar	un	5agujeros	131000	21,5
lamina segueta utilidad aprox(10 cortes)	un	4 cortes	1800	360
Precio Equipos y herramientas		397,3		
Valor total unidad		34557,3		

Nota: Elaboración. propia

Teniendo en cuenta la tabla presentada anterior mente se puede decir que el precio de la unión tiene un costo de 35.000 pesos colombianos la unidad que se constituye básicamente de 2 aros como los que se referencia en la figura número 22, lo que en un principio parece más costo de lo que debería ser pero que en realidad a largo plazo termina siendo más económico y efectivo para la construcción de estructuras en guadua.

Demostración ejemplar ahorro dinero con esta unión

NOTA: Los datos que se mostraran a continuación son difíciles de obtener y más con teniendo en cuenta la situación que estamos viviendo , debido a que no hay tesis , libros en internet ,o páginas que hablen del costo del cambio y mantenimiento de una guadua , sin embargo existen diferentes fuentes que muestran como es el proceso de construcción de una vivienda en guadua , cuanto es el tiempo estimado para el mantenimiento de una de estas estructuras y que se debe hacer para que todo funcione de manera adecuada. Por lo que se planteó multiplicar el tiempo que se necesita tanto para construcción de la vivienda como para mantenimiento de la misma por el valor de hora cuadrilla que se muestra en la construdata y esto se comparó con el costo y tiempo que puede llegar a tomar el mantenimiento de una estructura edificada con la unión planteada.

Se puede decir que unir dos guaduas con pernos , con todo el proceso de perforado , cortado y puesta del perno en las guaduas lleva aproximadamente 15 minutos , al suponer que la vivienda tiene alrededor de 200 guaduas se deduce que el tiempo estimado para la construcción es de 25 horas, por otra parte la unión que se plantea busca optimizar el tiempo de conexión entre las guaduas por lo que unir dos guaduas tomaría un tiempo de 5 minutos y utilizando el mismo ejemplo planteado anteriormente se dice que unir 200 guaduas tardaría 8,3 horas. Si estas dos cifras las multiplicamos por el precio valor hora cuadrilla AA que se encuentra en la construdata el cual es de 18 069 pesos colombianos se puede decir que unir una estructura en guadua con pernos podría tener un costo de mano de obra de 451,725 pesos colombianos mientras utilizar nuestra unión podría generar un costo de mano de obra de 149.972 pesos colombianos, por lo que se estaría ahorrando una tercera parte de este valor.

Este costo se basa en datos reales y legales en cuanto al costo y pago hora cuadrilla sin embargo cabe aclarar que cada persona tiene la capacidad de cobrar lo que considere necesario por realizar este tipo de actividades.

Por otra parte el mantenimiento de estas estructuras tienen diferentes ítems como lo son , aplicación impermeabilizante para guadua, sustitución de guadua por afectaciones medio ambientales, lavado de estructura por presencia de materia orgánica, sustitución de guaduas debido a fallas estructurales ocasionadas por la unión.

Con esta última se realizara el mismo ejercicio que se realizó anteriormente, el tiempo estimado para el cambio de una guadua que se encuentre rajada debido a que no soporto esfuerzos de tracción y compresión y que perdió resistencia ocasionada por el perno es de 2 horas , este tiempo se gasta en sub actividades como calculando que parte está soportando esta guadua y cómo afectaría a la estructura la perdida de esta , en multiples ocasiones se hace necesario desmontar parte de la cubierta debido a que estas guaduas soportan la estructura, el desatornillado de pernos, quitar esta guadua de su base cubica en concreto que se fija en el suelo. Por lo que estas dos horas tienen un valor de 36 038 pesos colombianos, y que utilizando esta unión se garantiza que no será necesario hacer este mantenimiento debido a que la unión no afecta la resistencia de la guadua por lo tanto puede seguir soportando de manera eficaz esfuerzos de compresión y tracción.

Conclusiones

La unión metálica como principal objetivo, evitara que la guadua tenga las patologías a la hora de construcción. que se raje paralelo a la fibra, es una de las falencias más notorias en la estructura en guadua, este tipo de unión va a prevenir que para el futuro tenga algunos errores en este tipo de material, posterior a esto como la unión está fabricada con unos materiales resistentes la estructura será de un de una mayor resistencia.

En la construcción de estructuras en guadua se lleva una gran parte de tiempo es en las uniones, la facilidad y de ahorro de tiempo que tendrá la construcción en guadua con la unión metálica se manifestara mucho por la facilidad que se optimen de las uniones alas hora de su manipulación, si antes se demoraban un buen tiempo construyendo un pórtico. con este tipo de unión se podrá reducir el tiempo y la l facilidad que se obtendrá a la hora de su manipulación, en este prototipo cualquier persona que no tenga experiencia en pobra lo podrá hacer. ya no se tendrá que contratar mano de obra calificada para construir una estructura en guadua, la facilidad de construcciones vernáculas.

La guadua es uno de los materiales de alta fibrosa, que con el tiempo tienden a desgastarse por el área de su unión, esto provocando algunos gastos de más en las estructuras generando mano de obra calificada y más materiales para las partes dañadas en la estructura. la unión evitara esto daños y que para el futuro se ahorre esta mano de obra y gastos de más, generando un ahorro en manteamiento.

Recomendaciones

Debido a la emergencia sanitaria que se presenta en la actualidad en el mundo, no se realizaron las pruebas respectivas a la pieza terminada solo se hicieron a los materiales por separado, por lo tanto, se recomienda realizar prueba de cortante para verificar la capacidad de soporte de la pieza hexagonal, también prueba de agarre en la guadua con el fin de corroborar la capacidad que tiene la pieza de mantenerse en su sitio, prueba de compresión y de tracción.

Bibliografía

- Acuña, D, y, Pantoja, N. (2005), Resistencia al corte paralelo a la fibra de la guadua angustifolia. (Tesis.universidad nacional de Colombia). Recuperado de https://www.usmp.edu.pe/centro_bambu_peru/pdf/Resistencia_corte_paralelo_fibra.pdf
- Días.W.y.Gomez.L.(2017). Unión metálica para estructuras en guadua.(Proyecto de grado. Universidad la gran Colombia). Recuperado de https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3375/Union_metalica_estructuras.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jaramillo, D, y, Saclamente, A. (2003). Estudio de uniones en guadua con angulo de inclinación entre elementos. (proyecto de grado. Universidad nacional de Colombia). Recuperado de https://www.usmp.edu.pe/centro_bambu_peru/pdf/ESTUDIO_UNIONES_GUADUA_ANGULO_INCLINACION_ENT.pdf
- Norma:.norma sismo resistencia colombiana(NRS10). Titulo G.Recuperado de <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/9titulo-i-nsr-100.pdf>
- Takeuchi, C. (2004). Comportamiento estructural de la omportamiento estructural de la guadua angustifolia. Uniones en guadua guadua angustifolia. Uniones en guadua. *Revista*

ingeniería e investigación No. 55. pp. 3 – 7. Recuperado de

<http://bdigital.unal.edu.co/18696/1/14594-43766-1-PB.pdf>