

ARRIOSTRAMIENTOS EN GUADUA PARA PORTICOS EN CONCRETO

NATALIA MOYA MEDINA



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

ARQUITECTURA

TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS

BOGOTÁ

1	Contenido	
Resumen		5
Abstract		5
Keywords		5
Introducción.....		6
1	Objetivos.....	7
1.1	Objetivos Específicos	7
1.2	Objetivos Generales.....	7
2	Marcos	8
2.1	Marco Referencial.....	8
2.2	Marcos Normativo.....	9
2.3	Marcos Teórico.....	14
3	Reforzamiento de estructuras.....	15
4	La guadua en la cosntruccion.....	21
5	Resultados de esfuerzo en las probetas	24
6	Proyecto Arriostramiento en guadua.....	24
7	APU de estructura en acero y en guadua.....	25
8	Lista de Referencia o Bibliografía.....	25
9	Anexos.....	26

Lista de tablas

Tabla 1. Medidas de arriostramiento de la biblioteca de la Universidad la gran Colombia.

Fuente: Elaboración propia. 16

Tabla 2. Contenido de humedad en la guadua. Fuente: NTC 5301(2007-07-25) 23

Tabla 3. Tabla de medidas de tornillos G8 UNF. Fuente: Tornilloserrano

Lista de Figuras

Figura 1. guadua en inmunización. fuente: manuel, j. (2007) guadua- taller en puerto rico- 2010 - parte 1.....	9
Figura 2. Edificio Atrio. fuente: proyectos y diseños s.a.s.	5
Figura 3. Arriostramiento en metal de la biblioteca de la Universidad la gran Colombia. Fuente: Elaboración propia.	16
Figura 4. Arriostramiento en metal de la biblioteca de la Universidad la gran Colombia. Fuente: Elaboración propia.	17
Figura 5. Reforzamiento de muros de corte. Fuente: SlideShare	19
Figura 6. Comparativa entre cálculo manual y cecead para un pórtico de concreto armado. Fuente: Zigurat	19
Figura 7. Influencia de contravientos concéntricos en cruz o cheurón en el comportamiento no lineal de marcos dúctiles de concreto reforzado. Fuente: Scielo	20
Figura 8. Refuerzo de perfiles metálicos existentes mediante soldaduras de platabandas o perfiles. Fuente: Gesapsl	20

Figura 9. Actualidad y futuro de la arquitectura de bambú en Colombia. Fuente: tesisenred.	
.....	26
Figura 10. Arriostramiento en acero ubicado en la Biblioteca de la Universidad la Gran Colombia. Fuente: Elaboración propia.	
.....	28
Figura 11. Colocación de un tornillo. Fuente: Libro. Conexiones En Estructuras Metálicas.	
.....	29
Figura 12. Tornillo Grado 8. Fuente: Elaboración propia.	
.....	30
Figura 13. Ubicación de los tornillos en la platina y cartela. Fuente: Elaboración propia.	
.....	30
Figura 14. Tornillo hexagonal G8 UNF negro ¼-28x1-1/4(R). Fuente: Tornilloserrano.	
.....	31

Resumen

El reforzamiento en guadua, es un sistema que será fabricado para los edificios o construcciones que lleguen a tener afectaciones por los movimientos sísmicos, este sistema se implementara para disminuir el movimiento que llegue a tener la construcción al momento de un desastre. El propósito de este sistema, también es poder mejorar el manejo de los materiales al momento de una construcción, sea para el medio ambiente como también operar implementos con bajos presupuestos. Realizare investigaciones sobre la guadua para verificar la capacidad de resistencia que logre obtener la guadua fusionado con el concreto y el metal para las uniones.

Palabras claves: Resistencia, guadua, concreto, metal, reforzamientos

Abstract

The reinforcement in guadua, is a system that will be manufactured for buildings or constructions that may be affected by seismic movements, this system will be implemented to reduce the movement that construction will have at the time of a disaster. The purpose of this system is also to improve the handling of materials at the time of construction, both, the environment and also to operate implements with low budgets. I will carry out researches about the guadua to verify the resistance capacity that manages to obtain the guadua fused with the concrete and metal for the joints

Keywords: Resistance, guadua, concrete, metal, reinforcement

Introducción

Las construcciones de las zonas de patrimonio cultural, se han visto afectadas estructuralmente por los sismos provocados a medida del tiempo, gracias a estos sismos se han presentado grietas y perdidas de las fachadas ya que sus construcciones no están totalmente adecuadas para este tipo de casos, presentándose grados de vulnerabilidad en algunos sistemas constructivos como lo son, muros de carga, muros de carga con refuerzo, muros de carga y pórticos de hormigón, forjado unidireccional, forjado bidireccional, pórticos reforzados y perfiles metálicos.

Para el mejoramiento de estos sistemas constructivos, se ha realizado a través de diferentes métodos de reforzamiento de pórticos con una gran variedad de materiales y en diferentes formas para que su estructura tenga la resistencia y flexibilidad que la NSR-10 exige, pero no todos estos reforzamientos se encuentran del todo aprobados o simplemente no llegan a tener la resistencia total o flexibilidad que la estructura debe tener al momento de presentarse un sismo.

Los sistemas de reforzamiento de pórticos tradicional se manejan para dos razones, preventivas y correctivas; las preventivas están para disminuir la vulnerabilidad en los sistemas constructivos y también por las nuevas reformas de la NSR-10, la correctiva está para reforzar aquellas construcciones que ya se encuentran en mal estado o por algún motivo, se presentaron errores en el diseño.

ARRIOSTRAMIENTO EN GUADUA PARA PORTICOS EN CONCRETO

El sistema de reforzamiento de pórticos en guadua, se empezara a manejar de tal forma que se vuelva un beneficio para la comunidad y para la construcción, por eso, el sistema que he diseñado en guadua, estará basado en el mejoramiento del reforzamiento de pórticos, utilizando un material que permitirá obtener un mejor presupuesto y que sea eco-amigable, pero no solamente utilizaré un único material, que en este caso es la guadua, sino que también se fusionará con el concreto, permitiendo que tenga un doble reforzamiento al momento de un sismo, dejando esto como doble seguridad, ya que el concreto puede llegar a fracturarse y la guadua entraría a trabajar como una doble función convirtiéndose en un camión, la guadua es un materia mucho más flexible que el concreto, así que manejare doble resistencia.

Planteamiento del problema

Con el transcurso del tiempo hemos visto que cada día la tecnología va avanzando, acompañada de las grandes construcciones que están conformadas por las nuevas innovaciones, construcciones elaboradas por materiales que contraen problemas ambientales y problemas económicos. Por tal motivo, he tomado la decisión de escoger un sistema constructivo en el que puedo hablar los dos temas (ambiental y económico). El sistema de reforzamiento estructural, conocido como Arrostramiento de pórticos en concreto, es un sistema en que maneja al 100% hierro, trayendo con el problemas ambientales que puede causar “aguas servidas y emisiones atmosféricas si no son tratadas como debe ser generando mucha degradación de la tierra, del agua y del aire” por eso, es necesario mirar lo que tenemos en nuestras manos como los cultivos de la guadua y darnos cuenta de la calidad de material que nos puede dar esta planta también llamada como “Acero vegetal” siendo esta una planta que captura CO₂ de manera que contribuye con las disminución del cambio climático. A parte de los materiales eco-amigables, los costos también es un tema que

ARRIOSTRAMIENTO EN GUADUA PARA PORTICOS EN CONCRETO

preocupa al momento de realizar una construcción con el sistema de Arriostramiento en metal, ya que son materiales de alto costo por su proceso de elaboración y costos al momento de la implementación de estos materiales en el sitio planeado. Por estos dos casos he realizado el sistema de Arriostramiento de pórticos en concreto en guadua, dando a conocer ventajas y desventajas de los dos materiales “metal y guadua” demostrando que la guadua es una opción segura para la elaboración del Arriostramiento en guadua.

¿El sistema constructivo de Arriostramiento de pórticos en concreto en guadua podrá ser mejor que el sistema tradicional?

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de reforzamiento capaz de resistir los movimientos sísmicos utilizando la guadua como el elemento principal dando a la construcción dos grandes ventajas “ambiental y económico”.

Objetivos Específicos

- Implementar a la monografía, contenido de las tesis que he encontrado referentes a los arriostramientos tradicionales que son en metal y en concreto para dar a conocer sobre su resistencia, durabilidad, costos y mano de obra.
- Realizar la creación del prototipo para mostrar como es el paso a paso del diseño del **Arriostramiento en guadua** y presentar cada uno de sus componentes.
- Evaluar el sistema de **Arriostramiento en guadua** para comprobar la resistencia que tendrá sometida al momento de ser usada en una construcción, como flexión, compresión, tracción y realizar un comparativo a los costos de los materiales.

2. Marcos

2.1 Marco Referencial

La guadua es un material usado ya hace mucho tiempo para la construcción y se ha encontrado edificaciones en las que se ha implementado el manejo de la guadua para soportar cargas, esto ocurre en el departamento de caldas en que aun permaneces construcciones hasta de tres pisos, fabricadas hace más de un siglo.

El método que los indígenas realizaban para el proceso de la guadua es muy peculiar, ya que tenían la creencia que para que la guadua fuera de “mejor calidad” cortaban la guadua en luna menguante después de la hora 12:30am y antes de la hora 5:30am. El método más tradicional para evitar hongos, agrietamientos y fisuras se debe inmunizar la guadua.

2.1.1. Manejo de la guadua para obtener la resistencia requerida y lograr la construcción del Arriostramiento en guadua.

YouTube: Video que documenta el primer taller de manejo y uso sustentable en el trópico de la Guadua angustifolia en junio de 2010 en Utuado, Puerto Rico

Autores: Jorge Pérez y Denisse Cruz.

Resumen: La guadua ha mantenido un proceso y un reglamento para poder ser usada en la construcción logrando la resistencia que se desea obtener por el medio de la inmunización, en varios casos la guadua llega a presentar hongos y fisuras a cusa de que no se realizó la

ARRIOSTRAMIENTO EN GUADUA PARA PORTICOS EN CONCRETO

inmunización correctamente también presentando casos en que la guadua empieza a tener huecos por las plagas y esto causa que pierda su resistencia.

El proceso correcto para inmunización se realiza de la forma longitudinal abriendo huecos a los nudos utilizando una varilla con un diámetro de 5/8, estos nudos al tener un grosor de 2cm se romperá con facilidad, antes de la preservación se deberá hacer una limpieza a la guadua para que no se afecte la solución, al momento de realizar la preservación, se deberá invertir la guadua en un tanque con agua, sal de bórax y ácido bórico al 5%. La imagen la podemos ver en la figura 1.



Figura 1. Guadua en inmunización. Fuente: Manuel, J. (2007) Guadua- Taller en Puerto Rico- 2010 - Parte 1

2.2 Marcos Normativo

La guadua al ser un material muy cotizado para la construcción, se ha exigido seguir unos procedimientos para que así este material llamado “acero vegetal” tenga la resistencia requerida, la norma sismo resistente colombiana NSR – 10 en el Título G, indicando unas normas para su

selección, proceso o tratamiento y pruebas físicas que nos da una garantía al momento de usar este material.

2.2.1 NTC 5300 cosecha y pos cosecha del culmo de guadua angustifolia kunth, nos permiten seguir las siguientes instrucciones para el proceso del manejo de la guadua con los siguientes numerales extraídos de la norma técnica:

2.2.2 Requisitos generales: “Se debe cumplir con los trámites exigidos por la autoridad ambiental competente (véase la Norma Unificada en Guadua. Reglamentación para el manejo, aprovechamiento y establecimiento de guadua, caña brava y bambúes)”. (NSR-10, TITULO G)

2.2.2 Requisitos específicos – Cosecha

2.2.3.1 Desganche: “Se debe realizar esta labor al inicio de cualquier aprovechamiento con el fin de facilitar la circulación dentro del guadua. Consiste en eliminar las ramas o riendas del tercio inferior sin causar daño al culmo”. (NSR-10, TITULO G)

2.2.3.2 Socola: Se debe realizar esta labor después del desganche y de acuerdo con la necesidad de circulación para el aprovechamiento del culmo. Consiste en la eliminación de vegetación herbácea, bejucos, lianas, enredaderas y otros briznales. En rodales naturales se deben proteger los árboles y arbustos maderables asociados al guadua. (NSR-10, TITULO G)

2.2.3.3 Selección y marcación: Proceso por el cual se seleccionan y se marcan los culmos maduros o “hechos”, con elementos que permiten su visualización y ubicación dentro del rodal.

En la selección de los culmos se deben cumplir los siguientes requisitos: (NSR-10, TITULO G)

2.2.3.4 Estado de madurez: Se deben seleccionar culmos maduros, a partir de cinco años de edad.

Una forma visual tradicional de reconocer la madurez del culmo es por su color verde blanquecino, con presencia abundante de manchas de líquenes y musgos en los entrenudos y sobre los nudos, sin que haya pubescencia sobre el culmo ni presencia de hojas caulinares en la base. NOTA Se recomienda iniciar la marcación de los culmos en el estado de renuevo. (NSR-10, TITULO G)

2.2.3.5 Estado fitosanitario: “Los culmos seleccionados deben tener aspecto sano, no presentar daños causados por hongos y/o insectos, tales como perforaciones u otros”. (NSR-10, TITULO G)

2.2.3.6 Estado físico: “Los culmos seleccionados no deben presentar defectos como rajaduras, perforaciones y otros daños físico-mecánicos”. (NSR-10, TITULO G)

2.2.3.7 Corte: Se debe realizar a ras por encima del primer o segundo nudo (evitando acumulación de agua) hecho por un operador capacitado y usando una herramienta adecuada (véase la Norma Unificada en Guadua. Reglamentación para el manejo, aprovechamiento y establecimiento de guadua, caña brava y bambúes). (NSR-10, TITULO G)

2.2.4 Pos-cosecha

2.2.4.1 Manipulación del culmo: “Desde el momento del corte se deben manejar los culmos de tal forma que se evite el deterioro del material causado por golpes o maltratos”. (NSR-10, TITULO G)

2.2.4.2 Curado, preservación y secado: Para curado, preservación y secado véase la NTC 5301.

2.2.4.3 Clasificación: “Se deben clasificar las piezas de acuerdo al uso con base en su diámetro, longitud y espesor de pared, para facilitar su comercialización, transporte y almacenamiento”. (NSR-10, TITULO G)

2.2.4.4 Transporte de piezas: Durante el transporte se debe: - Evitar cualquier tipo de impacto sobre el material. - Evitar arrumes o tendidos superiores a 2,40 m para impedir aplastamientos - Si se realizan tendidos horizontales, trocar los culmos de manera basal y apical. NOTA Entre menor sea la altura del arrume menor será la posibilidad de afectación de los culmos. (NSR-10, TITULO G)

2.2.4.5 Almacenamiento: Se deben mantener los culmos o secciones del mismo, alejados de la humedad del suelo, en sitios aireados y protegidos de la radiación solar. Se utilizan dos tipos de almacenamiento:

ARRIOSTRAMIENTO EN GUADUA PARA PORTICOS EN CONCRETO

2.2.4.5.1 Almacenamiento horizontal: Los arrumes o tendidos deben tener una altura máxima de 1,70 m. - Se deben mantener los tendidos de los arrumes separados por medio de elementos transversales y uniformes. NOTA Entre menor sea la altura del arrume menor será la posibilidad de afectación de los culmos. (NSR-10, TITULO G)

2.2.4.5.2 Almacenamiento vertical: Se deben mantener los culmos recostados e intercalados a lado y lado sobre un caballete, La altura del caballete debe ser al menos 2/3 de la longitud de los culmos. Los extremos inferiores de los culmos se deben aislar del suelo para evitar la humedad ascendente. Se recomienda que los culmos ubicados en los extremos y centro del caballete se amarren a éste para evitar el deslizamiento lateral de los culmos. (NSR-10, TITULO G)

2.2.4 Norma técnica colombiana NTC 5301 (2007-07-25) preservación y secado del culmo de guadua *Angustifolia* Kunth.

2.2.4.1 Requisitos específicos:

2.2.4.1.1 Preservantes: Para la selección del preservante se debe tener en cuenta el uso final del producto, su ubicación (interior/exterior) y la normatividad fitosanitaria y ambiental del lugar de destino. En el sitio de trabajo se debe tener visible el grado de toxicidad del preservante y las debidas normas de seguridad para su manejo. (NSR-10, TITULO G)

2.2.4.1.2 Hidrosolubles: Se deben usar productos preservantes que protejan en el tiempo los culmos o secciones de *Guadua angustifolia* y que su proceso de aplicación y disposición posterior a la preservación no afecten el medio ambiente ni los seres vivos. Antes de cada sesión se deben verificar las condiciones de limpieza y descomposición de la solución con el fin de garantizar la efectividad del preservante. (NSR-10, TITULO G)

2.2.4.1.3 Oleo solubles: “Se deben usar productos preservantes que protejan en el tiempo los culmos o secciones de *Guadua angustifolia* y que su proceso de aplicación y disposición posterior a la preservación no afecten el medio ambiente ni los seres vivos”. (NSR-10, TITULO G)

2.2.4.1.4 Proveedores: “Las empresas proveedoras de material preservado deben indicarle al cliente la siguiente información mínima: tipo de tratamiento utilizado, tipo de preservante, garantía otorgada según su uso, y precauciones y recomendaciones de uso”. (NSR-10, TITULO G)

2.2.4.1.5 Sin presión: “Son aquellos procesos que permitan aplicar el preservante sin ayuda de fuerza mecánica”. (NSR-10, TITULO G)

2.2.4.1.6 Avinagrado: “Consiste en cortar la *Guadua angustifolia* y dejarla en el sitio de corte (bajo sombra) durante al menos dos (2) semanas en un proceso avinagramiento natural”.
(NSR-10, TITULO G)

ARRIOSTRAMIENTO EN GUADUA PARA PORTICOS EN CONCRETO

2.2.4.1.7 Inmersión en agua: “Consiste en cortar la Guadua angustifolia y sumergirla totalmente en agua dulce o salina durante al menos dos (2) semanas”. (NSR-10, TITULO G)

2.2.4.1.8 Inmersión en soluciones: Para inmersión en frío o en caliente se requiere de un recipiente con el preservante en el cual se pueda sumergir el material a tratar. Las perforaciones de los culmos, se pueden hacer de dos formas: - Longitudinalmente perforando el diafragma de los nudos con una broca o varilla de mínimo 12,7 mm (1/2 de pulgada) y máximo 15,8 mm (5/8 de pulgada) de diámetro (véase la nota). - Transversalmente haciendo dos perforaciones en cada canuto, con broca de diámetro máximo de 6,35 mm (1/4 de pulgada) realizadas lo más cercano posible al nudo y de forma inclinada, evitando continuidad en el sentido longitudinal de la fibra. Véase la Figura 6. Para garantizar el éxito de este proceso, se debe verificar la concentración de la solución Preservante, antes de cada uso y de acuerdo al producto. **NOTA** Actualmente se está realizando una investigación para determinar la afectación de las propiedades físico mecánicas del culmo por las perforaciones longitudinales de los diafragmas. (NSR-10, TITULO G)

La guadua tiene dos pasos legales para la comercialización de legal y responsable y son:

1. Permiso de aprovechamiento en la finca del corte que se maneja con la normativa de

Ministro De Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución No. 1740 de la fecha 24 de octubre del 2016 dice que en los artículos 79 y 80 de la Constitución Política de Colombia, tiene el deber

el Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, conservación, restauración y restauración y prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental.

El Ministro De Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución No. 1740 de la fecha 24 de octubre del 2016 dice que el artículo 54 del decreto Ley 2811 de 1974, Código Nacional de los Recursos Naturales y Renovables y de Protección al Medio Ambiente (CNRN), indica que se podrá generar permisos para el usos temporal de partes delimitadas de recursos naturales renovables de dominio público, como también lo indica los artículos 2.2.1.1.4.2; 2.2.1.1.5.3; 2.2.1.1.6.1; y, 2.2.1.1.9.1 del Decreto 1076 del 2015.

El Ministro De Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución No. 1740 de la fecha 24 de octubre del 2016 dice que el artículo 201 del Decreto Ley 2811 de 1974, señala que en materia de administración para el manejo, uso, aprovechamiento y comercialización de la flora silvestre, las autoridades ambientales ejercerán, entre otras funciones, la reglamentación y vigilancia la comercialización y aprovechamiento de especies e individuos de la flora silvestre y de sus productos primarios, de propiedad pública o privada.

2. Salvo conducto de movilidad: es aquel permiso que se le otorgara al conductor poder mover la carga en las vías nacionales la cual este permiso tiene una expedición máxima por 3 días calendario, este permiso no tiene autorización para cambio de conductores ni tampoco

cambio de la ruta informada en el documento. (Información tomada de Guadua Bambú Colombia)

2.3 Marcos Teórico:

Este sistema llamado Arriostramiento, se han encontrado en varias edificaciones especialmente en Bogotá D.C con este método, siendo este un sistema de las construcciones más seguras por sus grandes ventajas de reforzamiento, he tomado la decisión de verificar este mismo método de Arriostramiento en el material de la guadua angustifolia y poder ver la resistencia que puede obtener al implementarle los materiales que se le incrementarán y poder concluir si esta planta pueda llegar a ser mucho más fuerte que el acero.

Este sistema de arriostramiento lo podemos encontrar en una de las construcciones llamadas ATRIO, este edificio maneja una estructura de arriostrados metálicos céntricos manejando una doble altura con una combinación de muros en concreto reforzados dispuestos a un núcleo central. La imagen la podemos encontrar en la página 19. Figura 2.

También podemos encontrar que la reformación de la biblioteca de la Universidad La Gran Colombia ubicada en Cra. 6 #12B - 40, se les ha realizado un reforzamiento a los pórticos en metal. Pero en pocas palabras, este sistema de arriostramiento, no se ha encontrado estudios indicando que la guadua sea un sistema para soportar fuerzas sísmicas, por tal motivo, el propósito de esta investigación es poder analizar este material y así demostrar que podemos generar un cambio no solo en lo en la mano de obra, en lo económico, sino que también en el medio ambiente.

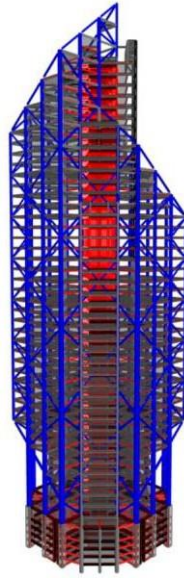


Figura 2. Edificio Atrio. Fuente: Proyectos y diseños s.a.s.

3. Reforzamientos de estructuras

El reforzamiento de las estructuras, está ligado a la gran cantidad de edificaciones que han colapsado por varios casos, ya sean por malos diseños de los planos o ya sea por un desastre natural, para ello, se ha implementado el refuerzo en las construcciones para estabilizar la estructura impidiendo la deformación de la misma.

Casos:

La universidad la Gran Colombia, es una edificación que lleva 68 años, por tal motivo se ha realizado un mejoramiento a la biblioteca y se ha implementado el método de Arriostramiento céntrico en metal en forma de cilindro. Lo podremos ver en la figura 3 y 4.



Figura 3. Arriostramiento en metal de la biblioteca de la Universidad la gran Colombia. Fuente:
Elaboración propia.

Este arriostramiento maneja un sistema céntrico con cilindros en metal, las medidas que maneja para los pisos contando desde el piso segundo se explica en la Tabla 1.

Medidas de arriostramiento de la biblioteca de la Universidad la Gran Colombia			
	Cilindro en metal	Unión	Tornillos
Largo	1,30cm	41cm	61cm
Grosor	36cm	2,5cm	Diámetro 1 1/4

Tabla 1. Medidas de arriostramiento de la biblioteca de la Universidad la gran Colombia.

Fuente: Elaboración propia.

Las medidas que se encuentran en la tabla 1, el cilindro metálico, se tomó desde donde comienza la cartela diagonal que se ubica en la parte de la columna hasta la unión que se une con la unión

ARRIOSTRAMIENTO EN GUADUA PARA PORTICOS EN CONCRETO

del otro cilindro metálico, dos cilindros están separados dando una medida de cada uno 1,30cm de largo contando con las uniones que lo conforman con un grosor de 2,5cm y un largo de 41cm.



Figura 4. Arriostramiento en metal de la biblioteca de la Universidad la gran Colombia. Fuente:
Elaboración propia.

En la figura 4 se muestra una de las uniones que conforman el arriostramiento ubicado en la biblioteca de la Universidad la Gran Colombia, dos placas metálicas con un grosor de 2,5cm y un largo de 41cm y unidas con 6 tornillos.

El reforzamiento no solo se aplica para casos como los que acabo de mencionar, también se aplica cuando los reglamentos de las construcciones han cambiado y exigen un mejoramiento a la edificación.

ARRIOSTRAMIENTO EN GUADUA PARA PORTICOS EN CONCRETO

Otro caso es cuando en la edificación se han realizado cambios que afectan a los muros de carga y empiezan a encontrarse grietas, es necesario implementar un reforzamiento para que este sistema ayude a disminuir las cargas que se le presentan a los muros y/o columnas.

Al empezar una construcción es de suma importancia estar al tanto de todas las actividades que se realizar durante el proceso para poder determinar fallas antes de que sea concluida la obra si esto llega a suceder y las opciones de mejoramiento sean muy pocas y dependiendo a tipo de falla que se haya presentado, el método de reforzamiento podría ser una buena opción.

Hay construcciones en las que se pueden presentar casos como corrosión en el acero de refuerzo y esto se presenta por las destrucciones de las capas pasiva dora que se forma naturalmente con el acero embebido dentro del concreto.

3.1 tipos de intervención

3.1.1 Preventiva:

La intervención preventiva esta por la disminución de la vulnerabilidad de los elementos de la edificación y por la actualización por nuevas cargas o reglamentos vigentes.

3.1.2 Correctiva:

Se realiza para la restitución de las condiciones originales de los elementos defectuosos como: fuego, ambientes agresivos y sismos. Se realiza esta actividad para también mejorar el comportamiento de los elementos.

ARRIOSTRAMIENTO EN GUADUA PARA PORTICOS EN CONCRETO

El sistema de reforzamiento estructural también puede presentar cambios en la construcción, se puede presentar cambios en la rigidez, ductilidad y amortiguamiento del edificio a mejorar. La decisión del mejoramiento de la edificación se debe tomar en consideración antes de ser implementada.

3.2 Métodos de reforzamiento estructural

3.2.1 Incremento de resistencia:

- **Adición de muros de corte:**

Los muros cortantes también conocidos como placas, son paredes de concreto armado, por sus dimensiones hacia una dirección, mucho mayor que su ancho, suministra en dicha dirección una gran resistencia y rigidez lateral. Como lo muestra en la figura 5.

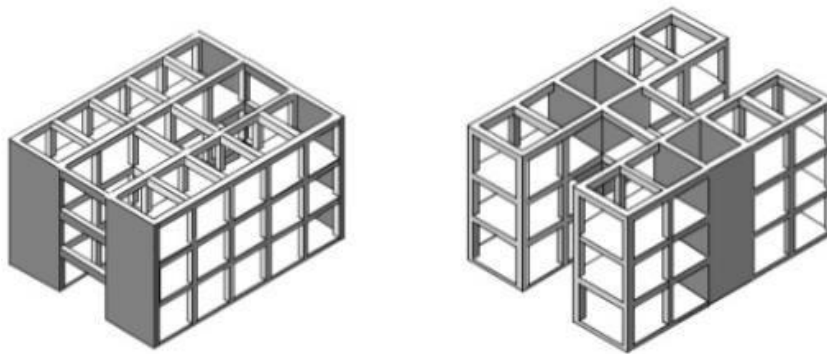


Figura 5. Reforzamiento de muros de corte. Fuente: SlideShare

- **Adición de pórticos:**

La adición de muros porticados, se ha implementado para soportar cargas muertas y soportar ondas sísmicas al momento de estar unidas como su nombre lo dice a los pórticos y uno de los sistemas

ARRIOSTRAMIENTO EN GUADUA PARA PORTICOS EN CONCRETO

más tradicionales que podemos conocer es el de vigas y de columnas como lo indica en la figura 6, conectados a través de nudos formando pórticos resistentes en las dos direcciones principales (x e y). (Barquisimeto, 2014)

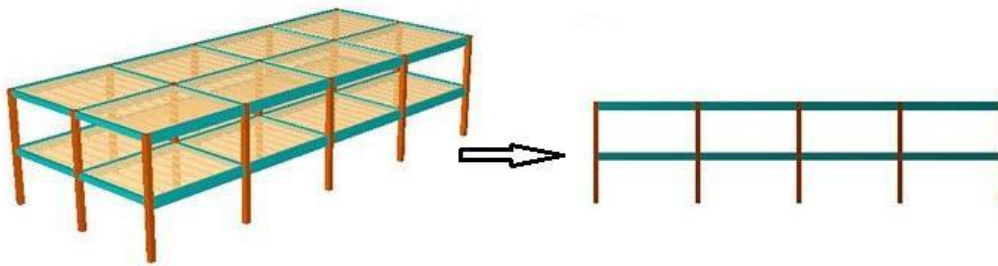


Figura 6. Comparativa entre cálculo manual y cypecad para un pórtico de concreto armado. Fuente: Zigura

- **Adición de contravientos:**

Los sistemas de contravientos se definen en los factores de reducción por sobre resistencia distorsiones asociadas al estado límite de servicio y de colapso, capacidades de deformación globales y de entrepiso y, aporte mínimo de columnas al cortante resistente de entrepiso para fomentar mecanismos de colapso congruentes con el esperado de columna fuerte-viga débil-contraviento más débil. Figura 7.

ARRIOSTRAMIENTO EN GUADUA PARA PORTICOS EN CONCRETO

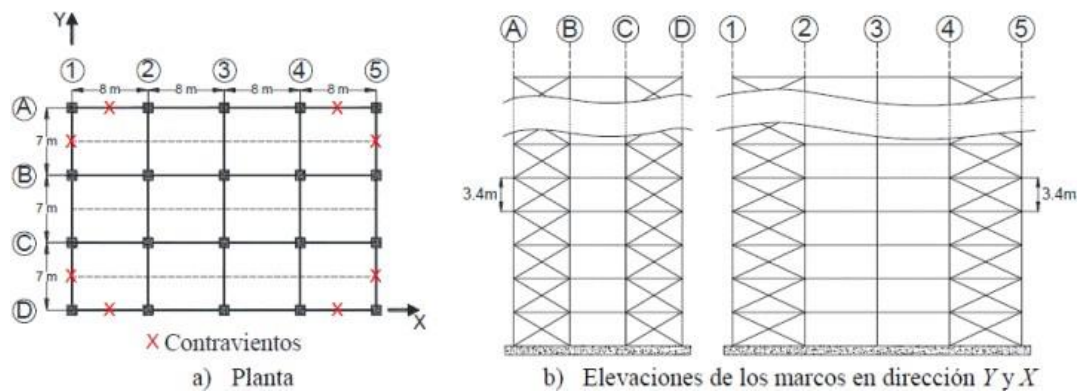


Figura 7. Influencia de contravientos concéntricos en cruz o chevrón en el comportamiento no lineal de marcos dúctiles de concreto reforzado. Fuente: Scielo

- **Refuerzo de vigas:**

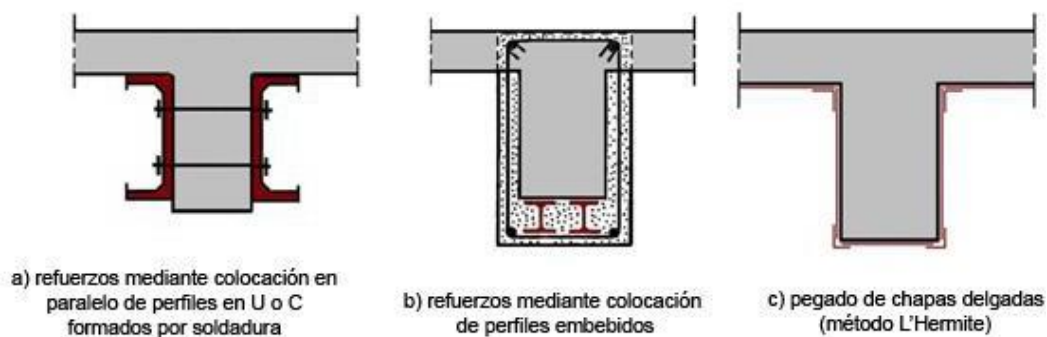


Figura 8. Refuerzo de perfiles metálicos existentes mediante soldaduras de platabandas o perfiles. Fuente: Gesapsl

3.3 clasificación de métodos de reforzamientos estructurales:

- Para el mejoramiento de la estructura y poder incrementar la resistencia y la rigidez existe variación de métodos de reforzamiento, están:

1. Arriostamiento metálicos
2. Pantallas de concreto reforzado

3. Encamisado de concreto reforzado
 4. Encamisado metálico
 5. Platinas metálicas
 6. Adición de perfiles metálicos
 7. Pos-tensionamiento externo
 8. Materiales compuestos FRP
- Y los procesos para modificación de la respuesta estructural están:
 1. Disipadores de energía
 2. Aislamiento sísmico

4. La guadua en la construcción

La guadua se utiliza cada vez más en la construcción y nos ha demostrado que ha de más de ser un material muy decorativo, también muy resistente al soportar cargas estructurales.

El artículo **ACTUALIDAD Y FUTURO DE LA ARQUITECTURA DE BAMBU EN COLOMBIA** nos muestra como relacionaron la guadua con las reformaciones realizadas a causas del terremoto en Armenia el lunes 25 de enero de 1999, dejando ver las reconstrucciones realizadas con la guadua, permitiéndonos notar como este material llega a ser capaz de recibir tantas cargas como lo muestra la figura 9.

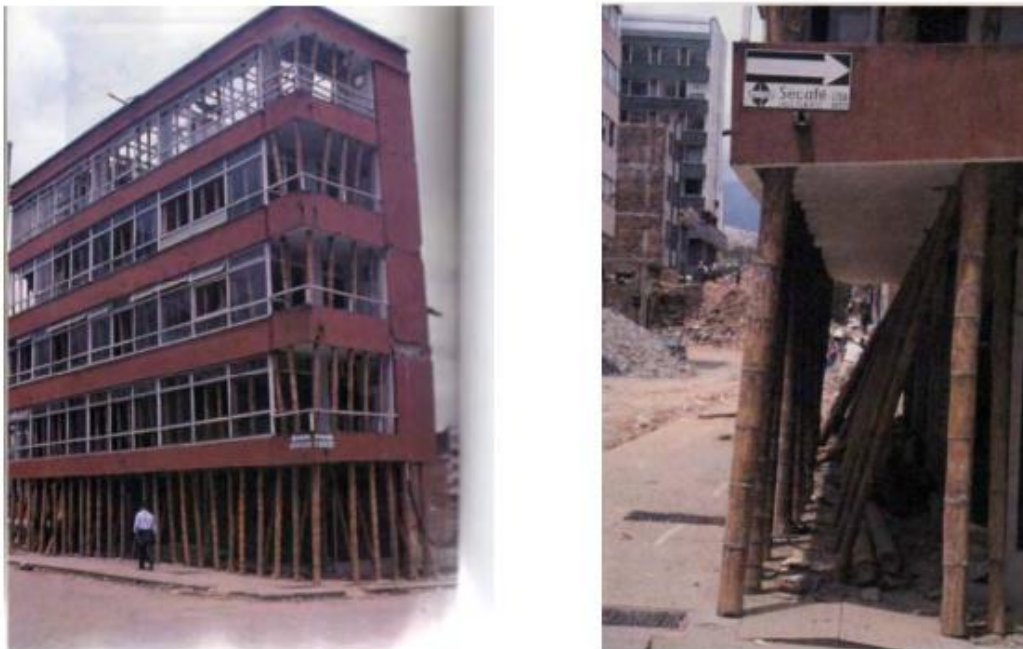


Figura 9. Actualidad y futuro de la arquitectura de bambú en Colombia. Fuente: tesisenred.

4.1 Resistencia de la guadua sometida a compresión

En la investigación de la tesis **COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH INMUNIZADA Y SIN INMUNIZAR SOMETIDA A DIFERENTES AMBIENTES CLIMÁTICOS**, nos muestran un estudio realizado por Germán Wbeimar Guarín Giraldo sobre las propiedades mecánicas sobre la Guadua angustifolia kunth, mostrándonos que su sección transversal cuando es sometida a compresión paralela a las fibras, determinando la influencia de cada capa con el espesor total, según las diferencias anatómicas a través de la pared transversal del culmo, la densidad y el contenido de humedad. Se encontró que la densidad aumenta desde el interior hacia la zona periférica detectándose diferencia de aproximadamente $0,4 \text{ g/cm}^3$ entre las dos zonas. Así mismo la resistencia a la compresión aumenta desde la zona interior hacia la zona periférica, siendo esta última aproximadamente 4 veces mayor a la resistencia presentada en la zona interior, además, la

ARRIOSTRAMIENTO EN GUADUA PARA PORTICOS EN CONCRETO

resistencia aumenta significativamente cuando disminuye el contenido de humedad.³ (Calendario, 2016) a.

4.2 Contenido de Humedad (CH) de uso:

El contenido de humedad del material según su aplicación debe estar de acuerdo con la Tabla 2.

Aplicaciones	Contenido de humedad (%)
Culmos en construcción (Trópico)	16 - 22
Culmos en construcción (Temperados y climatizados)	9 - 13
Muebles (Trópico)	12 - 16
Muebles (Temperados y climatizados)	8 - 11
Artesanías (Trópico)	12 - 16
Artesanías (Temperados y climatizados)	8 - 11
Pisos parquet (Trópico, temperados y climatizados)	7 - 10
Vigas Laminadas exteriores (Trópico)	15 - 18
Vigas Laminadas interiores (Trópico)	12 - 15
Vigas Laminadas (Temperados y climatizados)	8 - 12

Tabla 2. Contenido de humedad en la guadua. Fuente: NTC 5301(2007-07-25)

“Para evaluar la resistencia de guadua a la compresión con muestras inmunizadas y sin inmunizar después de un periodo a diferentes ambientes que afectan el comportamiento de la misma ante cargas axiales, se determina con la siguiente norma.¹⁰” (Calendario, 2016) b.

5. Pasos para la elaboración de los ensayos de resistencia de la *Guadua angustifolia kunth*

5.1.1 Ensayo a probetas:

Para la realización de cada ensayo de probetas, se midió primero con una exactitud de los culmos a una medida de 10 mm de longitud, 1 mm para la longitud o altura de la probeta, paralela al eje del culmo, 1 mm para el diámetro del culmo; para cada sección transversal fue necesario empezar a tomar dos veces el diámetro en dirección perpendicular entre sí, 0,1 mm para el espesor de la pared; en cada una de las secciones transversales, se realizó cuatro veces en el mismo sitio el espesor en que se midió el diámetro (dos veces).

El segundo paso de realización del ensayo, se pasó la probeta con una exactitud de:

10 por culmo, 1 g por probeta de más de 100 g, y 0,1 g por probeta de menos de 100 g.

5.1.2 Temperatura y humedad

Para no tener problemas con las probetas, las propiedades de la resistencia y no presentar cambios significativos, para ello se elaboró un ensayo dentro de un rango de temperatura de $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y de humedad, relativa del aire de $70\% \pm 5\%$. Esta comparación entre temperatura y humedad, nos permite reconocer los resultados y la replicabilidad de ensayos. Esto funciona también para casos como en que el laboratorio no pueda cumplir con las especificaciones anteriores, para ello, puede realizar el ensayo de la probeta, para ver la relativa de la humedad del aire y la temperatura ambiental.

5.1.3 Sección de los culmos de la *Guadua angustifolia kunth*

Para la selección de los culmos, es necesario que un especialista en identificar la especie sepa comprender las diferentes implicaciones involucradas en el trozado y en el ensayo, y sepa con exactitud como seleccionar los culmos. Los culmos que han sido seleccionados por el especialista, debe tener en cuenta que, para realizar el ensayo, la guadua debe estar en perfecto estado, esto quiere decir que; deben estar sanos y libres de todo defecto y deben representar el promedio de los culmos del rodal o de la localidad, (esto para casos de investigación científica).

Selección del culmo: Los culmos que se encuentran en mal estado como quebrados, descoloridos o deteriorados, deben ser desechados. Se deberá tomar de forma aleatoria la cantidad de culmos seleccionados para los ensayos, por los diferentes rodales y parcelas.

5.1.4 manejo del corte, rotulado y trozado de la *Guadua angustifolia kunth*

para la comenzar con la ejecución del corte de la guadua, se comenzó con la marcación de un anillo con pinturas de color blanca o negra a la altura de un metro desde el suelo para luego proceder con el nombre botánico o local, nombre de la localidad, la cantidad de los rodales y de los culmos seleccionados, se marcó el estado de la madures que tiene la guadua, detalles sobre las marcas y defectos en los culmos, se enumeró la cantidad de entrenudos que se encuentran a partir del suelo hasta el anillo marcado con pintura, fecha de corte y despacho, nombre y firma del responsable del corte, rotulado y trozado. Al momento de realizar el ensayo del corte, se verifico antes que cada uno de los culmos seleccionados, este marcado con pintura a una distancia de 0,25 m por encima del anillo de pintura. Se debía conservar el anillo de pintura sobre el culmo cortado de acuerdo con la NTC 5300 y la normatividad ambiental local. Figura 10.



Figura 10. Ubicación del anillo en la probeta. Fuente: Redalyc

5.1.5 Rotulado y trozado en probetas de guadua

Para la ejecución de cada uno de los diferentes ensayos a realizar, se cortó la cantidad de probetas para utilizar una por una en su respectivo ensayo y se debía tener una rotulación adecuadamente, teniendo en cuenta lo siguiente: “número del proyecto”, esto con el fin de complementar la identificación de cada probeta a usar. La cantidad requería para la ejecución de los ensayos, (no debía ser inferior a doce probetas).

5.1.6 Esfuerzo de compresión a la Guadua

Estos ensayos de compresión, fueron elaborados en máquinas especializadas para esta ejecución. Al menos una pletina de la máquina debe tener un apoyo hemisférico para obtener una distribución uniforme de la carga en los extremos de la probeta, como se ilustra en la Figura 11. Entre las dos pletinas de acero de la máquina y los dos extremos de la muestra se tuvo que colocar una capa intermedia para reducir a un mínimo la fricción.

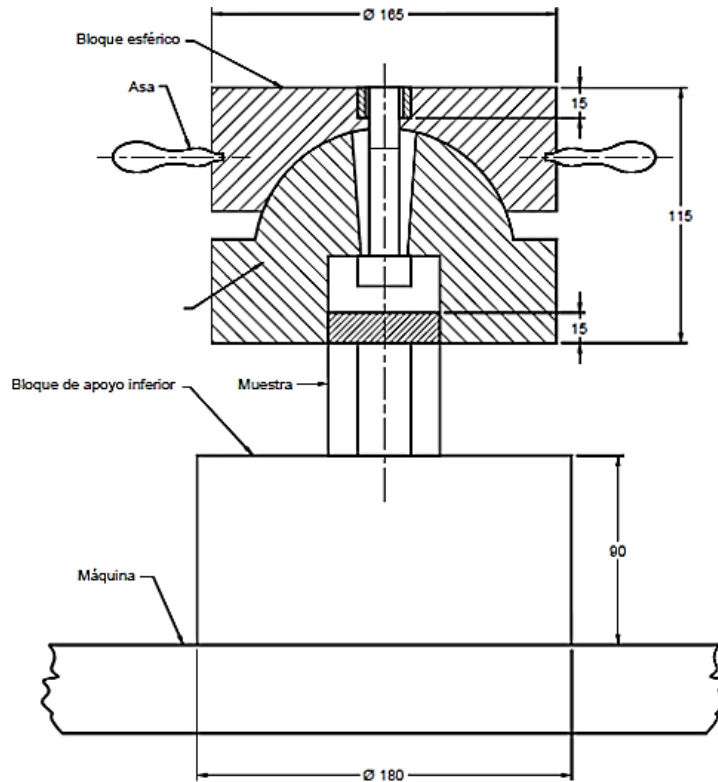


Figura 11. Detalle de máquina de compresión. Fuente: Norma Técnica Colombiana 5525

5.1.7 Elaboración de las probetas de Guadua

Para la preparación de las probetas, se llevó a cabo, tomar las medidas de la parte inferior y superior de cada culmo a usar. Por obligación, se debía marcar cada una de las probetas con las letras I, M y S respectivamente.

5.1.7.1 ensayo de compresión axial a la Guadua

Para la realización de este ensayo se tuvo en cuenta que las probetas a usar, debían ser probetas sin nudos y su longitud debía ser igual al diámetro externo, esto quiere decir que, si este culmo tiene entre 20 mm o menos, su altura deberá ser el doble del diámetro externo.

ARRIOSTRAMIENTO EN GUADUA PARA PORTICOS EN CONCRETO

Las probetas tenían la superficie de los extremos un ángulo perfectamente recto con la siguiente longitud: deben ser planos con una desviación máxima de 0,2 mm.

5.2 Resultados de los esfuerzos en las probetas

5.2.1 Máquinas para la elaboración de los ensayos a las probetas de guadua

El laboratorio maneja unos estándares básicos mínimos y análisis para la identificación de las condiciones técnicas y físicas de los elementos a estudiar. Tabla 3

Tipo de ensayo	Instalaciones y maquinas
Compresión, corte y tracción	Maquina universal de ensayo MTS
Compresión, corte	Prensa hidráulica 100 ton manual
Flexión	Vibro foro de baja frecuencia
Materiales y materias primas	Bodega

Tabla 3. Tabla caracterización de laboratorio. Fuente: Elaboración propia

5.2.1.1 Maquinas:

Prensa hidráulica 100 ton manual: Ensayo de compresión a la probeta de una forma paralela a las fibras de la guadua para determinar su cálculo de esfuerzo a compresión del área:

$$A = D_{ext} - D_{int}$$
$$A = 2407,50 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{ult} = \frac{F_{ult}}{A}$$

$$\sigma_{ult} = \frac{45660,74 \text{ N}}{2407,50 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_{ult} = 18.97 \text{ MPa}$$



Figura 10. Prensa hidráulica 100 ton manual. Fuente: Elaboración propia

Prensa hidráulica 100 ton manual: La máquina para el ensayo de corte es la misma que se encuentra en la figura 10 con la diferencia que, para esta prueba, se usan dos láminas con la forma en la que se va a realizar el corte como se muestra en la figura 11 dejándonos de cálculo de esfuerzo ultimo cortante del área fue de:

$$(t_1 * L)_1 = \left(\frac{6,8 + 6,5}{2} \right) * (41,125) \\ = 273,481 \text{ mm}^2$$

$$(t_2 * L)_2 = \left(\frac{7,1 + 6,2}{2} \right) * (41,125) \\ = 273,481 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{ult} = \frac{F_{ult}}{\sum(t * L)}$$

$$\tau_{ult} = \frac{12521 \text{ N}}{273,481 \text{ mm}^2 + 273,481 \text{ mm}^2}$$

$$\tau_{ult} = 22,89 \text{ MPa}$$

Láminas de corte



Figura 11. Muestra de corte de guadua con la Prensa hidráulica 100 ton manual. Fuente: Elaboración propia

Maquina universal de ensayo MTS: máquina (figura 12) para obtener el cálculo de esfuerzo por tracción perpendicular a las fibras dando un cálculo de espesor medio de:

$$t = \frac{22,725 + 22,95}{2} \\ t = 22,837 \text{ mm}$$

$$\sigma_{ult} = \frac{F_{ult}}{2t(2w - 2a)}$$

$$\sigma_{ult} = \frac{6957 \text{ N}}{2 * 22,837 \text{ mm}(130 \text{ mm} - 2(3 \text{ mm}))}$$

$$\sigma_{ult} = 1,2283 \text{ MPa}$$



Figura 12. Maquina universal de ensayo MTS

5.2.1.2 Equivalencia entre el sistema SI, el MKS y el sistema ingles PSI

En la tabla 3 de la NSR nos muestra las equivalencias de los sistemas SI, MKS, PSI, esto para poder dar una aproximación del ultimo resultado de cada ensayo de las probetas.

SISTEMA SI ESFUERZOS EN MPa.	SISTEMA mks ESFUERZOS EN Kg/cm ²	SISTEMA INGLES ESFUERZOS EN PSI
$F'_c = 21 \text{ MPa}$	$F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	$F'_c = 3000 \text{ PSI}$
$F'_c = 28 \text{ MPa}$	$F'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$	$F'_c = 4000 \text{ PSI}$
$F'_c = 35 \text{ MPa}$	$F'_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$	$F'_c = 5000 \text{ PSI}$
$F'_c = 42 \text{ MPa}$	$F'_c = 420 \text{ Kg/cm}^2$	$F'_c = 6000 \text{ PSI}$
$F'_y = 240 \text{ MPa}$	$F'_y = 2400 \text{ Kg/cm}^2$	$F'_y = 34000 \text{ PSI}$
$F'_y = 420 \text{ MPa}$	$F'_y = 2400 \text{ Kg/cm}^2$	$F'_y = 60000 \text{ PSI}$

Tabla 4. Equivalencia entre el sistema SI, el MKS y el sistema ingles PSI. Fuente: NSR

5.2.1.2.1 Aproximación de las equivalencias con los resultados de los ensayos

- Ensayo compresión a la probeta de una forma paralela a las fibras de la guadua:

Resultado de: 18.97 MPa esto equivale a 189,7 Kg/cm².

- ensayo de corte a la probeta: **Resultado de: 22.89 MPa** esto equivale a 228,9 Kg/cm².

ARRIOSTRAMIENTO EN GUADUA PARA PORTICOS EN CONCRETO

- Ensayo de esfuerzo por tracción perpendicular a las fibras: **Resultado de: 1.2283 MPa** esto equivalente a 12,283 Kg/cm².

(Para saber el equivalente en PSI, multiplicamos el valor de kg/cm² por 14,23 PSI).

6. Proyecto Arriostramiento de pórticos en concreto en guadua

El Arriostramiento de pórticos en concreto en guadua, es un sistema constructivo diseñado para el funcionamiento en las edificaciones como sismo resistente, con un diseño manejado con materiales naturales que es la guadua, aparte de ser un sistema constructivo artesanal es también de bajo costo.

6.1 Materiales del arriostramiento de pórticos en concreto en guadua

6.1.1 Uniones:

El primer sistema a manejar, consiste en perforar las piezas de conexión que se unirán mediante conectores apretando las piezas para mantenerlas unidas. Esto consiste en la unión de las cartelas y las pletinas. Explicado en la figura 10.

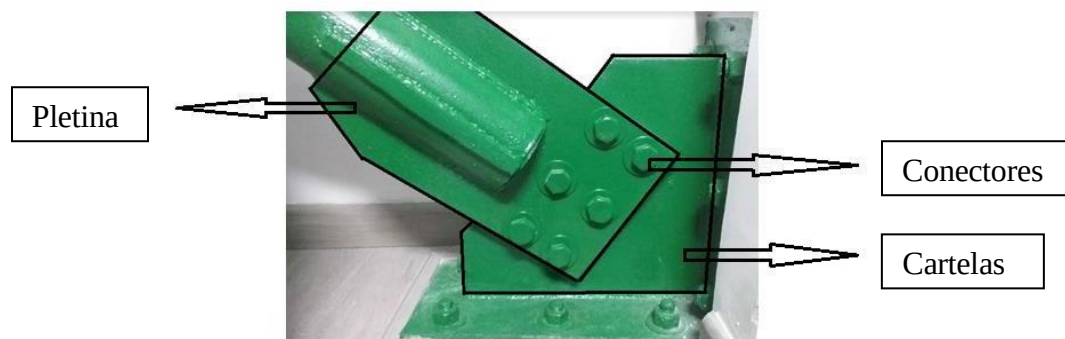


Figura 10. Arriostramiento en acero ubicado en la Biblioteca de la Universidad la Gran Colombia. Fuente: Elaboración propia.

6.1.2 Conectores:

“los conectores usados en las construcciones metálicas son los remaches, los tornillos y los espárragos soldados”. (Takeuchi, 2009) A. Este sistema de conectores son los mismos que se usaran para la construcción del **arriostramiento de pórticos en concreto en guadua**.

6.1.2.1 Tornillos:

Los tornillos son pasadores formados por una cabeza de forma cuadrada o hexagonal y un vástago parcial o totalmente roscado para que una vez instalado el tornillo en la perforación (que tiene un diámetro mayor al del tornillo) se sujete mediante una tuerca. (Takeuchi, 2009) B Figura 11.

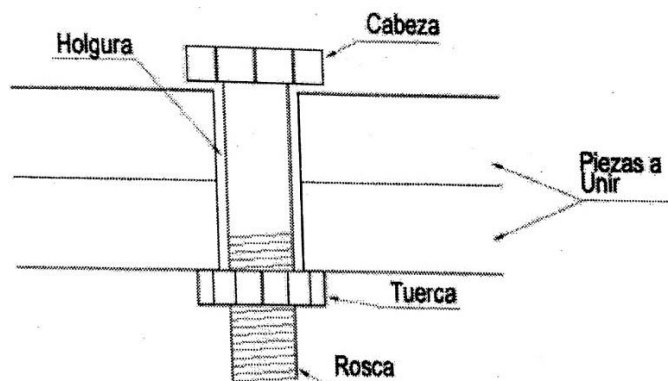


Figura 11. Colocación de un tornillo. Fuente: Libro. Conexiones En Estructuras Metálicas.

Para el sistema de Arriostramiento en guadua se usarán los tornillos de alta resistencia, estos son fabricados con aceros medio de carbono tratado térmicamente y tiene una resistencia mayor a la de los tornillos ordinarios. Los tornillos a utilizar serán de grado 8 muy similares a los tornillos ASTM A307, A325 Y A490 respectivamente (según la norma ICONTEC la cual está basada en SAE), los tornillos que usare, se identifican por llevar 6 rallas en su cabeza (figura 12) recibe alta

resistencia a la tensión corte y puede estar sometido a ambientes hasta 480°C. (Bernardo, 1965), (Takeuchi, 2009) C.

6.1.2.1.1 Características del tornillo hexagonal grado 8

Para este sistema de arriostras en guadua, en las cartelas y platinas, se utilizarán tornillos G8 UNF (rosca fina), acero 4140 de la norma ANSI B 18.2.1 y ASEM B 1.1-2A y su material es en acero de medio carbono aleado tratado térmicamente con un acabado pavonado (capa superficial de magnetita). Información de (Tornilloserrano). Tabla 3 y Figuran 14.

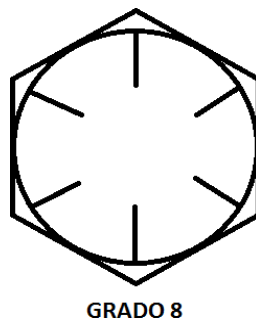


Figura 12. Tornillo Grado 8. Fuente: Elaboración propia.

Podemos señalar que el tornillo del material de acero al carbón templado, en el diámetro de el tornillo a usar es de ¼ de pulgada a 1 pulgada, y se le ha realizado una prueba de carga, mostrándonos que en cada pulgada cuadra soporta 120.000 libras, y en la resistencia de tensión en cada pulgada cuadrada, soporta 130.000 libras. Se puede ver en la tabla 3 y figura 14.

Diametros	Prueba de carga (Lbs/Pulg ²)	Resistencia de Tensión (Lbs/Pulg ²)	Material
1/4" a 1"	120,000	130,000	Acero al Carbo- no, Templado

Tabla 4. Tabla de especificación del tornillo grado 8. Fuente: Manual del tornillo

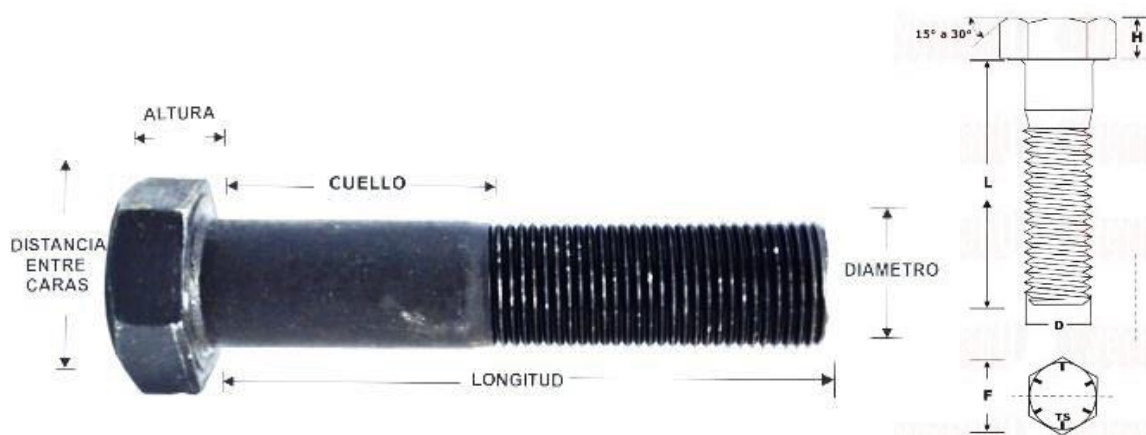


Figura 14. Tornillo hexagonal G8 UNF negro 1/4-28x1-1/4(R). Fuente: Tornilloserrano.

Tornillo Grado Estructural A-325 Tipo 1 y A-490 Tipo 1																	
Medida Nominal	E		F			G		H			R		Lt	Hilos por pulgada	Área de Esf. Pulg ²	Resistencia a la tensión mínima lbf	
	Diámetro Cuerpo		Distancia entre caras			Distancia entre esquinas		Altura			Radio bajo cabeza		Largo Cuerda			A-325	A-490
	Max	Nominal	Max	Mín	Max	Mín	Nominal	Max	Mín	Max	Mín	Nominal	Max				
Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pulg.				
1/2	0.500	0.515	7/8	0.875	0.850	1.010	0.969	5/16	0.323	0.302	0.031	0.009	1.00	13 UNC	0.142	17,050	21,300
5/8	0.625	0.642	1 1/6	1.167	1.031	1.227	1.175	25/64	0.403	0.378	0.062	0.021	1.25	11 UNC	0.226	27,100	33,900
3/4	0.750	0.768	1 1/4	1.250	1.212	1.443	1.383	15/32	0.483	0.455	0.062	0.021	1.38	10 UNC	0.334	40,100	50,100
7/8	0.875	0.895	1 7/16	1.438	1.394	1.660	1.589	35/64	0.563	0.531	0.062	0.031	1.50	9 UNC	0.462	55,450	69,300
1	1.000	1.022	1 5/8	1.625	1.575	1.876	1.796	39/64	0.627	0.591	0.093	0.062	1.75	8 UNC	0.606	72,700	90,900
1 1/8	1.125	1.149	1 13/16	1.813	1.756	2.093	2.002	11/16	0.718	0.658	0.093	0.062	2.00	8 UNC	0.790	82,950	118,500
1 1/4	1.250	1.277	2	2.000	1.938	2.309	2.209	25/32	0.813	0.749	0.093	0.062	2.00	8 UNC	1.000	105,000	150,000
1 3/8	1.375	1.404	2 3/16	2.188	2.119	2.526	2.416	27/32	0.878	0.810	0.093	0.062	2.25	8 UNC	1.233	129,500	185,000
1 1/2	1.500	1.531	2 3/8	2.375	2.300	2.742	2.622	15/16	0.974	0.902	0.093	0.062	2.25	8 UNC	1.492	156,700	223,800

Tabla 5. Medidas de tornillos de grado estructural A-325 tipo 1 y A-490 tipo 1. Fuente: Mipsa

En esta tabla encontramos variedad de tornillos de grado 8 indicando su diámetro, distancia de caras, altura, radio bajo de cabeza, largo de cuerda, hilos por pulgadas, área de esfuerzo y resistencia a la tensión, señalando en la tabla, el tornillo que iremos a implementar en nuestro Arriostramiento de pórticos en concreto en guadua.

ARRIOSTRAMIENTO EN GUADUA PARA PORTICOS EN CONCRETO

El uso de este tornillo, es situado a uniones que están sometidas a muy altos esfuerzos mecánicos como el ensamble a partes de seguridad de vehículos, maquinarias y estructuras donde la norma así lo requerida, esto debido a que es fabricado en acero aleado, templado y revenido, el mismo posee acabado pavonado. (Tornilloserrano). Este tornillo lo podemos encontrar en el reforzamiento de la estructura tubular en acero que funciona como arriostramiento en la biblioteca de la Universidad de La Gran Colombia. Figura 13.

6.1.2.1.2 Características de tuerca del tornillo grado 8

Las turcas a usar son del mismo grado de resistencia que el del tornillo, con las mismas características de material que es en acero de medio carbono aleado tratado térmicamente con un acabado pavonado. Figura 16.



Figura 16. Tuerca grado 8. Fuente: Manual del tornillo

Diametros	Prueba de carga (Lbs/Pulg ²)	Dureza Rock- well KG/MM ²
1/4 a 3"	150,000	105.46

Tabla 6. Tabla de especificación de tuerca grado 8. Fuente: Manual del tornillo

Podemos señalar que la tuerca del material de acero al carbón templado, en el diámetro de el tornillo a usar es de ¼ de pulgada a 3 pulgada, se le ha realizado una prueba de carga, mostrándonos que en cada pulgada cuadra soporta 150.000 libras, y en la dureza Rockwell soporta 105.46 kg por MM². Se puede ver en la tabla 6 y figura 16.

6.1.3 Pasos para la creación del diseño de Arriostramiento de pórticos en concreto en guadua

Para nuestro reforzamiento de arriostramiento de pórticos en concreto en guadua, teniendo en cuenta la cantidad de riostras en hierro utilizadas en la Biblioteca de la Universidad la Gran Colombia, nos guiamos para usar la misma cantidad con el material de la guadua.

Para este arriostramiento se utilizaran 6 guaduas de 3 m, una sola guadua se dejara de un largo de 2,60 m, otras dos de un largo cada una de 1,30 m que irán sujetas firmemente en el pórtico y a las guaduas ubicadas a los lados de las que miden 1,30, irán unidas con abrazaderas metálicas, estas tendrán una medida de 1 m, todas con un diámetro de 8,5 , todas estas medidas están hechas siguiendo con las indicaciones de las medidas que constituyen las riostras de la Biblioteca de la Universidad la Gran Colombia. Manejando las cotas que nos permiten ver en los planos de las

Biblioteca (Plano 1), he podido encontrar cantidades y valores de los materiales qué se requieren para realizar la comparación de las riostras de la biblioteca con mi diseño en guadua. Figura 17

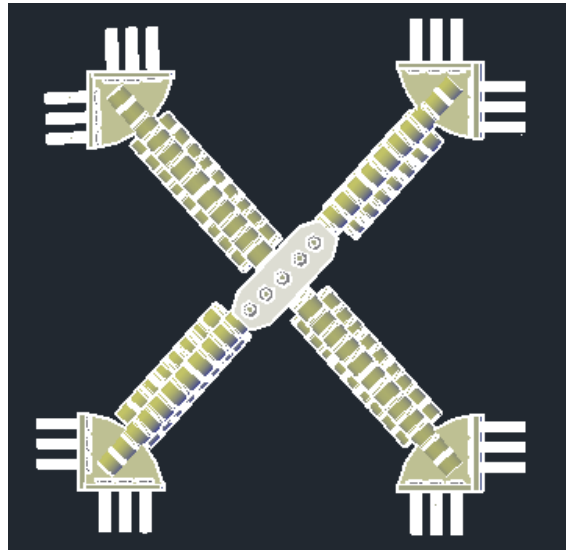


Figura 17. Diseño de Arriostramiento en guadua. Fuente: Elaboración propia

6.1.3.1 Unión entre la guadua y la platina

Para la unión de la guadua hacia las platinas, se debe tener en cuenta donde irán ubicados los tornillos que se usarán para la unión de la guadua hacia la platina al momento de la fabricación de ellas (platinas) para poder indicar la distancia de la guadua y el espacio libre que queda en una de las láminas de la platina (figura 18) la línea roja indica el espacio entre la guadua y la lámina.

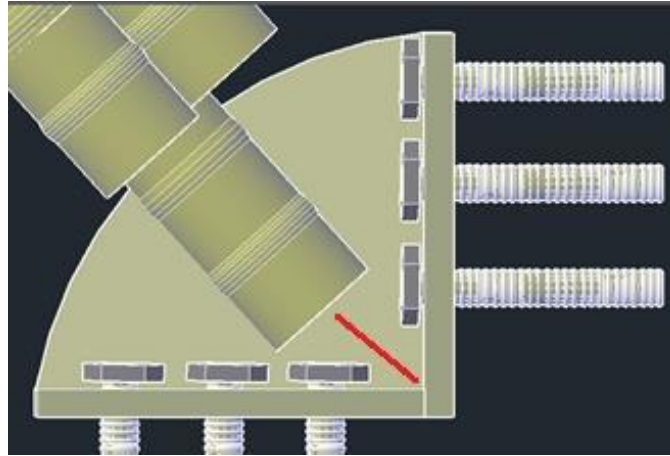


Figura 18. Acercamiento de detalle en 3D del diseño de Arriostramiento de pórticos en concreto en guadua. Fuente: Elaboración propia

6.1.3.2 Corte de la guadua para su instalación

Se deberá realizar un corte recto en la mitad de la guadua en la parte donde inicia o termina la planta (guadua) para luego incrustar las platinas metálicas en el corte (el corte se debe realizar de acuerdo al grosor de las platinas para que pueda encajar). Figura 19.

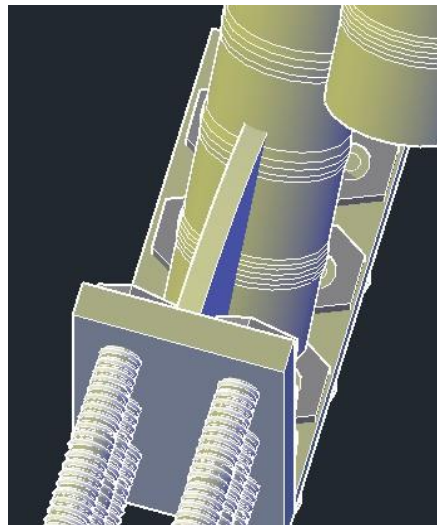


Figura 19. Muestra de unión de guadua y platina en 3D del diseño de Arriostramiento de pórticos en concreto en guadua. Fuente: Elaboración propia

6.1.3.3 Fundiciones del concreto en la guadua

Después de haber realizado el corte, nos dirigimos a ejecutar huecos en los dos primeros entrenudos de la guadua para empezar a fundir concreto de 3000 PSI. Figura 20.

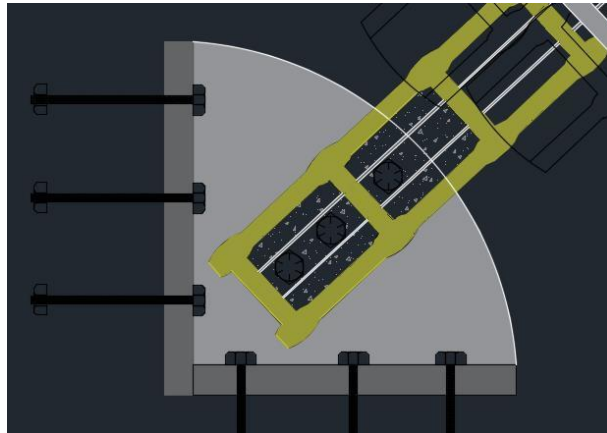


Figura 20. Muestra de ubicación de fundida en los dos primeros entrenudos de las guadas en 3D del diseño de Arriostramiento de pórticos en concreto en guadua. Fuente: Elaboración propia

6.1.3.4 unión de las cuatro guadas principales del reforzamiento

Para finalizar con la unión de las cuatro guadas principales (las guadas principales son las que van unidas a las platinas), se manejara una lámina metálica de forma octagonal ubicada en el medio de las cuatro guadas, reforzada con (en este caso) cinco tornillos hexagonales G8 UNF negro ¼-28x1-1/4, se muestra en la figura 21.

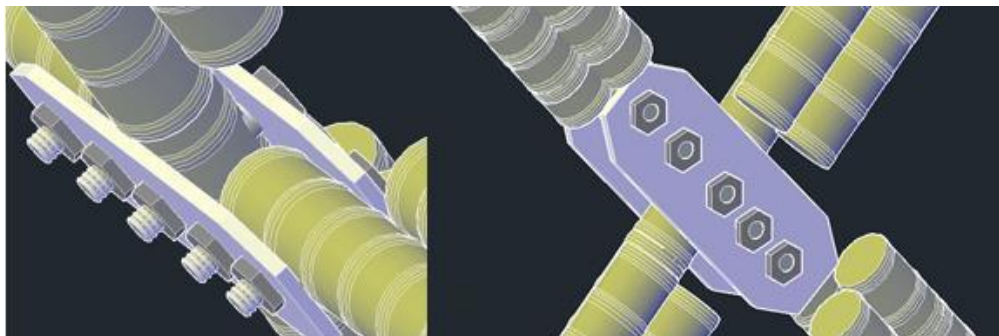


Figura 21. Muestra de unión de las cuatro guadas en 3D del diseño de Arriostramiento de pórticos en concreto en guadua. Fuente: Elaboración propia

7. Referencias

Barquisimeto. (junio de 2014). *SlideShare* . Obtenido de

<https://es.slideshare.net/Torincho/sistema-estructural>

Bernardo, J. y. (1965). *Sumatec S.A.S.* Obtenido de Sumatec S.A.S:

<https://sumatec.co/producto/tornillo-hexagonal-grado-8-rosca-ordinaria-negro/>

Bryant, R. (17 de septiembre de 2014). *ArchDaily*. Obtenido de ArchDaily:

https://www.archdaily.co/co/627363/edificio-leadenhall-rogers-stirk-harbour-partners?ad_medium=gallery

Calendario. (2016). *COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH INMUNIZADA Y SIN INMUNIZAR SOMETIDA A DIFERENTES AMBIENTES CLIMÁTICOS*. PEREIRA: UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA.

NSR-10. (TITULO G). Norma Sismo Resistente. 5300.

Partners, R. S. (03 de octubre de 2019). *ArchDaily*. Obtenido de ArchDaily:

<https://www.archdaily.co/co/627363/edificio-leadenhall-rogers-stirk-harbour-partners>

Pinzon, M. (2016). *Comparación de la resistencia*. PEREIRA: UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA.

Takeuchi, C. P. (2009). *Conexiones En Estructuras Metálicas*. Bogotá, D.C. - Colombia: Unidad de Publicaciones Facultad de Ingeniera.

Tornilloserrano. (s.f.).