

# Guías de diseño para estructuras de Guadua Angustifolia Kunth

Aunque la Guadua se ha utilizado desde hace muchos años en Colombia como material para viviendas, puentes y cubiertas, en la construcción se había realizado de manera empírica, con ausencia de diseños estructurales debido a varias razones que se relacionan entre sí.

**Grupo investigador:**

Patricia Luna, Jorge Lozano, Caori Takeuchi, Universidad Nacional de Colombia

**Versión completa del artículo en:**

<http://www.agronet.gov.co/BibliotecaDigital.html>

Allí puede buscar por título, autor, materia o palabra clave el tema de su interés.

La escasez de investigaciones, la ausencia de normas de diseño y la falta de enseñanza en los programas de Ingeniería Civil sobre el comportamiento y diseño de este material, algunos de los factores que han impedido el mayor uso de la Guadua en la construcción.

En el sismo de 1999 que afectó a Armenia (Colombia) y zonas aledañas, muchas viviendas construidas con Guadua tuvieron un buen comportamiento y permanecieron en pie con algunos daños menores.

Para la reconstrucción de la zona, lo que implicó la evaluación del estado de las viviendas y el diseño del reforzamiento para estimar el costo de las reparaciones necesarias para garantizar el funcionamiento adecuado ante las cargas verticales y horizontales y ante la ausencia de normas de diseño, la Asociación de Ingeniería Sísmica, AIS, se encargó de la ejecución de estudios sobre el comportamiento del sistema estructural de estas viviendas.

Como consecuencia, se incluyó el capítulo E.7 Casas de uno y dos pisos en Bahareque Encementado en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, NSR-98.

Sin embargo, considerando que la Guadua rolliza se utiliza en sistemas estructurales diferentes del Bahareque Encementado, se desarrolló el proyecto de investigación "Validación de la Guadua Angustifolia como material

estructural para el diseño por el método de esfuerzos admisibles", financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, con la participación de la Sociedad Colombiana del Bambú, Arme Ideas en Guadua Ltda. y la Universidad Nacional de Colombia.

Dentro de los objetivos de esta investigación se encuentra la determinación de los valores de esfuerzos característicos y esfuerzos admisibles ante diferentes solicitudes de carga y la determinación de la metodología de diseño de estructuras con Guadua Angustifolia.

Uno de los resultados de la investigación fue la elaboración de un documento titulado "Guías de Diseño para Estructuras de Guadua Angustifolia Kunth" que se basa en la parte experimental del proyecto y en la mecánica de sólidos. Para la redacción del capítulo G.12 Estructuras de Guadua, del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR10 de marzo del 2010, que contempla el diseño de estructuras construidas con Guadua, se utilizó como material base las guías de diseño elaboradas en este proyecto de investigación.

## PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

El material utilizado para la elaboración de las probetas provino de tres zonas de país: El eje Cafetero (Quindío), el municipio de Rionegro (Cundinamarca) y el Valle del Cauca, denominados como zonas A, B y C



Ensayo para la determinación de la resistencia al corte paralelo a la fibra: 1) falla probeta sin nudo, 2) falla probeta con nudo



Ensayo para la determinación de la resistencia: a compresión paralela a la fibra

respectivamente. Luego de la recepción de la Guadua se realizó una primera caracterización en la cual se midieron los diámetros y espesores de la parte inferior y superior de cada culmo (de acuerdo con el sentido de crecimiento de la Guadua), así como el número de nudos, distancia entre ellos y longitud total de la sección.

Con esta información se elaboraron los esquemas de corte, en donde fueron distribuidas de forma aleatoria las probetas referentes a cada ensayo, siguiendo un protocolo para el corte de culmos y probetas de Guadua establecido en el desarrollo del proyecto.

Cada probeta fue sumergida en agua por un período mínimo de 2 semanas antes de la realización de cada ensayo, con el fin de disminuir la resistencia del material y dar en las guías de diseño valores conservadores de esfuerzo admisible.

Para la Zona A se realizaron 76 ensayos de compresión paralela a la fibra, 75 de tensión paralela a la fibra, 65 de flexión, 95 de corte paralelo a la fibra (48 probetas sin nudo y 47 con nudo), 29 de torsión para determinar el módulo de rigidez y 48 de compresión perpendicular para determinar el módulo de elasticidad circunferencial.



Para la Zona B se realizaron 75 ensayos de compresión paralela a la fibra, 75 de tensión paralela a la fibra, 12 de flexión, 80 de corte paralelo a la fibra (39 probetas sin nudo y 41 con nudo), 5 de torsión y 51 de compresión perpendicular.

Para la Zona C se realizaron 76 ensayos de compresión paralela a la fibra, 75 de tensión paralela a la fibra, 12 de flexión, 88 de corte paralelo a la fibra (44 probetas sin nudo y 44 con nudo) y 54 de compresión perpendicular.

Luego de concluido cada ensayo mecánico, se determinó el contenido de humedad de la probeta siguiendo las recomendaciones dadas en la NTC 5525.

### MONTAJE DE ENSAYOS

La preparación y ensayo de la totalidad de las probetas de compresión y tensión paralela a la fibra, flexión y corte, se hizo siguiendo los parámetros establecidos en la NTC 5525 y para los ensayos de compresión perpendicular y torsión, ante la ausencia de normas nacionales e internacionales, se siguieron las recomendaciones de investigaciones anteriores realizadas en la Universidad Nacional de Colombia.



Montajes de ensayos: 1) ensayo a flexión, 2) ensayo a compresión perpendicular a la fibra

A flexión, sólo se ensayaron culmos de la parte media y superior de la Guadua teniendo en cuenta que son divididos en campo en segmentos de 1.50m, 4.50m y 3.00 m de longitud (parte inferior, media y superior respectivamente), las restricciones de longitud (la cual debe ser igual a 30 veces su diámetro) y la calidad del culmo (sin defectos visibles y sin curvaturas).

### GUÍAS DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS

Las guías de diseño de estructuras en Guadua establecen los requerimientos mínimos de calidad, diseño y construcción de sistemas estructurales de Guadua rolliza para cubierta y pórticos espaciales arriostrados con diagonales con una altura máxima de 7 m y pórticos no arriostrados para cargas verticales únicamente y altura máxima de 3 m.

El capítulo Requisitos Generales incluye el alcance de las guías de diseño, las definiciones generales, los requisitos generales de calidad y las normas de referencia.

El capítulo de Calidad de la Guadua contiene las pautas para evaluación y aceptación de la Guadua que incluye la clasificación visual por defectos y ensayos de control de calidad de los materiales que serán usados en la construcción

El capítulo Bases para el Diseño Estructural contiene las bases necesarias para el diseño estructural por esfuerzos admisibles estableciendo las combinaciones para carga de servicio, el coeficiente de disipación de energía utilizado, los valores de esfuerzo admisibles y módulo de elasticidad y los coeficientes de modificación.

Los siguientes capítulos contemplan el diseño de elementos solicitados a flexión, fuerza axial, combinación de flexión y fuerza axial, uniones y consideraciones necesarias para la aplicabilidad de las guías de diseño.

Finalmente se incluyó un capítulo con los comentarios y análisis realizados para obtener los diferentes parámetros y valores presentados en los diferentes capítulos de las guías.

Se espera con la difusión de los resultados obtenidos al concluir el proyecto motivar a la oferta y la demanda de Guadua con alta calidad para la construcción de estructuras con este material vegetal.