

Resistencia del Guayacán en construcciones sismo resistentes en Ecuador.

Autores:

Ing. María Eloísa Parra-Salcedo, Msc.
Arq. Felipe Bustamante Alarcón, Msc

Indexado DOI: <https://doi.org/10.16921/Naciones.42>

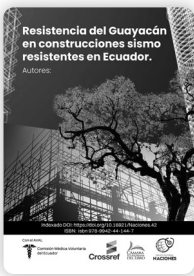
ISBN: isbn 978-9942-44-144-7

Con el AVAL



Comisión Médica Voluntaria
del Ecuador





RESISTENCIA DEL GUAYACÁN EN CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES EN ECUADOR

Descriptor:

691 Materiales de construcción
KNJ Construcción e industria pesada.

Autores:

Ing. María Eloísa Parra-Salcedo, Msc.

<https://orcid.org/0000-0001-8288-5612>

Universidad de Guayaquil Facultad de Arquitectura y urbanismo.

Arq. Felipe Bustamante Alarcón, Msc

<https://orcid.org/0000-0001-7547-1411>

Universidad de Guayaquil Facultad de Arquitectura y urbanismo.

Validados por pares ciegos.

Editado: Grupo Editorial Naciones.

Cuenta con código DOI e indexación en Crossref.

<https://doi.org/10.16921/Naciones.42>

ISBN: 978-9942-44-144-7

Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma por cualquiera de sus medios tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright.

Guayaquil- Ecuador 2023

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
ANTECEDENTES TEORICOS	7
METODOLOGÍA	14
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	16
CONCLUSIONES.....	18
RECOMENDACIONES.....	19
BIBLIOGRAFÍA.....	20

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar las propiedades del Guayacán como claro ejemplo de que la madera es un material idóneo para la construcción de edificaciones sismo resistentes en Ecuador, con una resistencia a la compresión de 482 Kg/cm² y a la flexión 3390 Kg/cm². Pudiendo concluirse que el Guayacán es una madera que se puede utilizar en construcciones, ya que los esfuerzos alcanzan los límites máximos permisibles y las resistencias adecuadas para resistir fuerzas externas como los sismos. Teniendo en cuenta esto, la madera del Guayacán se puede utilizar como reemplazo del hormigón armado para edificaciones de hasta 8 pisos.

INTRODUCCIÓN

El término resistencia se refiere a la capacidad física de un material u objeto que permite aplicar un esfuerzo durante el mayor tiempo posible. De esta manera, la resistencia de materiales es la disciplina encargada de estudiar la deformación de los sólidos y su elasticidad, esto se debe a la geometría y condición de trabajo o esfuerzo al que está sometido el material para poder emitir de esta manera un análisis individual de la resistencia particular del material (Moreno, 2016).

Al momento de empezar un proyecto nuevo de construcción o una remodelación, generalmente el material que se utiliza es el hormigón armado, desechando de manera inmediata la idea de realizar la obra con madera. Este error se comete en muchos países debido a la falta de conocimiento acerca de las ventajas que tiene el uso de la madera en el área constructiva frente al hormigón y el acero (García, 2013).

El hormigón armado posee muy buenas características para las construcciones puesto que es muy dúctil y cuenta con una alta resistencia a los esfuerzos de tracción y compresión. Sin embargo, debido a la alta sismicidad que existe en el Ecuador dado a que se encuentra localizado en el cinturón de fuego del Pacífico se reduce notablemente la resistencia de este material (Carrillo Bojacá, 2017).

Un ejemplo de este riesgo natural es el sismo que ocurrió el pasado 16 de abril del 2016, el cual dejó devastada a la provincia de Manabí, colapsando la mayoría de edificaciones de hormigón provocando así la muerte de muchos habitantes (Grunauer Zambrano, 2016). Por esta razón, la madera es un material idóneo para las construcciones sismo resistentes puesto que cuenta con cualidades físicas para reducir el impacto como su ligereza y su alto módulo de elasticidad (Martínez, 2017). De la misma manera ocurrió en Chile durante el terremoto del 27 de

febrero del 2010, la madera mostró un excelente comportamiento de manera estructural frente al terremoto de magnitud 8.8 grados en la escala de Richter, ya que es por naturaleza un material flexible que disipa la energía sísmica (Quiero, 2018).

La madera se ha convertido en un material muy popular en la construcción de viviendas alrededor del mundo. Ha ganado terreno en el mercado debido a su gran versatilidad ante los esfuerzos de tracción y compresión, menores costos en la obra, alta calidad en los acabados y rapidez de entrega (García Pazmiño, 2013). Además, el peso de este material es mucho menor que el hormigón armado por lo que permite aligerar el peso de las grandes edificaciones. Por tal motivo, este material se vuelve ideal en el momento de responder ante fuerzas externas como movimientos telúricos (Tarragó, 2018).

Tanto ha sido el desarrollo tecnológico, que las construcciones en madera de mediana altura (3 a 8 pisos) se ha

posicionado en el extranjero. Actualmente en Chile las edificaciones con estructura de madera sin cálculo estructural solo podrán tener hasta dos pisos, incluida la cubierta y con una altura límite de 7 metros. Para una altura mayor, se requerirá cálculo estructural (Chapple, 2013).

Debido a esto, se ha escogido al guayacán de la costa ecuatoriana puesto que presenta una mayor resistencia a los esfuerzos en relación a otras maderas del Ecuador, además esta madera es un excelente disipador de energía permitiendo que la energía fluya a través del material generando trabajo en su zona elástica con respecto a la relación tensión vs. deformación retornando el material a su estado original. A pesar de que anteriormente existía una escasez de esta especie, en los últimos años se ha incrementado la plantación en la región litoral (Terreros, 2017).

Si bien es cierto, la madera al ser un material orgánico cuenta con algunas desventajas como el no poder resistir al fuego o descomponerse, esto se puede solucionar fácilmente con sustancias o aditivos, los cuales ayudan a aumentar su resistencia y al mismo tiempo la protegen ante los problemas antes mencionados. Por esta razón, si recibe el cuidado apropiado podrá resistir todo tipo de problemas externos como la humedad e insectos que lo deterioren (Tarragó, 2018).

En base en lo mencionado anteriormente, la presente investigación tendrá como objetivo analizar las propiedades del Guayacán como claro ejemplo de que la madera es un material idóneo para la construcción de edificaciones sismo resistentes sin tener un costo elevado, mostrando su alta resistencia a la tracción y a la compresión. Esto ayudará a que las constructoras tengan un mayor conocimiento de esta modalidad de construcción y hagan

un mayor uso de ella. Además de ofrecer un análisis de la resistencia, se describirán las ventajas y desventajas de la misma.

ANTECEDENTES TEORICOS

La madera es un material adaptable a cualquier circunstancia, sin importar las condiciones ambientales del sitio ya que el proceso de transformación para su utilización es más sencillo y económico. Este material es una buena opción para la construcción, ya que es el único material natural y renovable. Además, se puede utilizar en estructuras de gran complejidad tales como: cubiertas espaciales, puentes, teatros, auditorios, etc., así como en estructuras habitacionales de solución sencilla (Sánchez, 2018)

Como todo material de construcción la madera posee desventajas dentro de las cuales se encuentran:

- Variabilidad debido que en general la madera es un material considerado sensible al medio ambiente y aumenta o disminuye su tamaño de acuerdo a las variaciones de la humedad del ambiente.
- Vulnerabilidad a los agentes externos
- Durabilidad limitada si no tiene un buen cuidado y no se toman las medidas preventivas necesarias.
- Dimensiones limitadas
- Reacción al fuego

Propiedades físicas de la madera

Anisotropía: Las propiedades difieren en sus direcciones de manera axial, radial y tangencial debido a que la madera no es un material homogéneo. Los ensayos a compresión fueron realizados en dirección axial, es decir, paralela a la dirección de las fibras (Pérez Ortega, 2014).

Higroscopicidad: Capacidad de la madera para absorber la humedad del entorno, produciendo hinchazón al llegar a su punto de saturación (Rodríguez, 2017).

Densidad: Es la relación entre la masa y el volumen, la cual puede variar de acuerdo a la humedad del entorno. La clasificación de las maderas según su densidad se divide en pesadas, ligeras y muy ligeras.

Hendibilidad: Es la resistencia al esfuerzo de tracción transversal que presenta este material previo a su ruptura por medio de la desvinculación de sus fibras (Barberà, 2015).

Polaridad: Existe un gran vínculo entre la madera y los productos polares, entre ellos el agua.

Flexibilidad: Capacidad de deformación sin permitir la ruptura y permitiendo el retorno del material a su estado inicial.

Humedad: Propiedad climática que varía según la longitud, latitud, presión atmosférica y temperatura. Esta propiedad

influye en su durabilidad, resistencia, dimensiones, peso, entre otros.

Dureza: Resistencia al desgaste, clavado, corte y ruptura, la cual varía dependiendo del tipo de madera. Según su dureza este material se clasifica en maderas duras, blandas y semiduras

Propiedades Mecánicas de la madera

Resistencia a la flexión: De acuerdo a su densidad la madera presenta una gran resistencia a la flexión la cual produce tensiones de compresión y de tracción paralela a la dirección del crecimiento del árbol, lo cual genera valores superiores en las fibras externas y nulos en la neutra.

Resistencia a cortante: Capacidad de resistir fuerzas que permiten que una parte del material se deslice sobre la parte contigua a ella. Este deslizamiento produce paralelo a las fibras.

Fatiga: Es la máxima tensión que puede resistir un material antes de romperse.

Pandeo: Se produce cuando sobrepasa la resistencia del material sometido a compresión en el sentido de las fibras produciendo una fuerza perpendicular, lo que genera que se doble en la zona con baja resistencia (Torroja, 2017).

Propiedades elásticas de la madera

De los ensayos a compresión y a tracción podemos obtener el módulo de elasticidad de la madera. En dirección axial el módulo de elasticidad en el ensayo a tracción es mucho mayor.

Resistencia a la tracción: La resistencia es mayor en dirección paralela a las fibras, esto es por la alta resistencia que las cadenas de celulosa muestran ante esta

Resistencia a la compresión: La rotura de la madera a compresión produce en la práctica es un aplastamiento de las fibras, así el material puede seguir aguantando solicitaciones. Las elevadas solicitaciones a compresión de forma perpendicular son

muy frecuentes, debido al mal dimensionamiento de los apoyos. Sin embargo, los fallos rara vez son catastróficos ya que solo se puede producir un cierto aplastamiento de las fibras. Por otro lado, los fallos por compresión paralela pueden llegar a ser catastróficos debido a la pérdida de verticalidad que conllevan (Barragán Peña, 2018).

Módulo de elasticidad

Los valores alcanzados por el módulo de elasticidad inciden notablemente sobre la deformación de los elementos resistentes y su probabilidad de pandeo. Este bajo valor en esta variable con respecto a lo admisible neutraliza parte de la buena resistencia a la compresión a la cual se ha hecho referencia anteriormente. (Sotomayor Castellanos, 2016)

Resistencia de la madera

Para mostrar las características estructurales de la madera en general, se analizan sus resistencias y se las compara con las del hormigón.

TABEBUIA CHRYSANTHA (GUAYACÁN)

El nombre científico del guayacán es *Tabebuia Chrysantha*, es de origen intertropical de América. Este tipo de madera es considerada la más dura y resistente del continente americano y es muy común encontrarla en la geografía ecuatoriana en el rango altitudinal de 200 a 1200 m.s.n.m., su crecimiento se da en las regiones cálidas consiguiendo una altura promedio entre 25 y 30 metros y un tronco de aproximadamente 60 centímetros de diámetro a metro y medio del suelo.

El color de la madera es de un tono oscuro esto se debe a que las maderas de climas tropicales son generalmente de colores mas

intensos gracias a sus sustancias colorantes antisépticas, esta coloración indica su larga duración y densidad (Varela, 2016).

METODOLOGÍA

La presente investigación se realizó a través de un enfoque cuantitativo de un diseño experimental basado en pruebas de laboratorio para medir la resistencia a la compresión y a la flexión. Se recogieron los datos una única vez, por lo tanto es una investigación transversal (Pérez Godínez, 2017). Utilizando la prensa hidráulica de 703 Kg/cm² de capacidad se determinó la resistencia a la compresión en el laboratorio de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo. De la misma manera, se utilizó la máquina de Amsler Universal de la madera de 4000 kg/cm² de capacidad la cual se encuentra ubicada en el laboratorio Ruffilli

debido a la resistencia de gran capacidad de esta madera a la flexión.

Para la resistencia a la compresión se utilizo probetas de 20mm x 20mm x 20mm sobre las que se aplicó la carga. Los resultados que se obtuvieron varían según la posición de la carga, ya sea perpendicular a la fibra o paralela a ella. Aplicando la carga paralela a la fibra se obtuvieron los resultados mas altos. De la misma manera, se utilizaron probetas de 300mm x 20mm x 20mm colocadas entre dos apoyos a 240mm de distancia y aplicando la fuerza en el punto central.

Los especímenes y los métodos aplicados para los ensayos se hicieron conforme a las especificaciones francesas NFB 51-007-013.

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Prueba de resistencia a la compresión a la flexión del guayacán de la costa

TIPO DE MADERA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm²)
GUAYACÁN DE LA COSTA	482	3390

Estos resultados fueron obtenidos de manera experimental con el objetivo de analizar sus capacidades físicas y mecánicas, las cuales permitirán certificar su respectivo uso en el área constructiva, debido que en Ecuador su uso se ha limitado para proyectos decorativos para interiores y carpintería especialmente por motivo de su lentitud en el ciclo de vida de crecimiento.

Por lo tanto mostró:

- Excelente resistencia a la flexión, sobre todo en la relación resistencia/peso la cual es muchísimo mayor que la del hormigón.
- Buena resistencia a la tracción y compresión, superando en compresión al hormigón
- Resistencia a esfuerzo cortante baja, pero superior a la del hormigón
- Módulo de elasticidad de la madera alto en relación de la del hormigón

Los resultados permiten proponer al guayacán como un material apto para competir con las exigencias con relación a la resistencia dentro del campo constructivo.

CONCLUSIONES

En base a los resultados que arrojaron las pruebas a compresión y tracción del Guayacán, se pudo concluir que efectivamente esta madera tiene propiedades y características físicas óptimas para la construcción de edificaciones de gran magnitud. Esto quiere decir que se puede reemplazar el hormigón armado con este tipo de madera ya que posee una resistencia a la compresión de 482 Kg/cm² y a la flexión de 3390 Kg/cm², en relación al concreto comúnmente utilizado que tiene una resistencia de 282 Kg/cm² a la compresión y en tracción no es nada elástico como la madera. Además, la madera brinda una mayor ligereza a las estructuras por lo que las columnas y edificaciones podrán tener diseños muchos más modernos sin necesidad de aumentar el peso de las estructuras.

RECOMENDACIONES

Entre las recomendaciones debemos mencionar:

- Se debe tener sumo cuidado con los hongos y moho puesto que son seres bióticos que afectan la tonalidad de la madera. Algunos no afectan la resistencia, pero otros si por la alta necesidad de humedad.
- Utilizar siempre un impermeabilizante y bien colocado.
- Es sumamente importante el diseño de ambientes que cuenten con una buena ventilación.
- No se debe utilizar madera verde, es decir, sin el correcto proceso de secado o con un índice de humedad no más del 20%.

BIBLIOGRAFÍA

Moreno, M. S. (julio de 2016). Flexural testing on carbon fibre laminates taking into account their different behaviour under tension and compression. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. . (1), 139.

García, M. R. (2013). Resistencia de materiales . (P. d. I, Ed.) 12.

Martínez, C. G. (2017). Análisis comparativo técnico-económico entre el sistema de acero estructural y hormigón armado.

Quiero, M. (11 de Diciembre de 2018). La madera como material sustentable en la construcción de viviendas.

Chapple, P. (2013). Construcción de media altura. *Edificación en madera* .

Terreros, C. (2017). Diseño de madera.

Tarragó, J. C. (2018). MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN . 24.

Sánchez, B. E. (2018). MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN .

Sotomayor Castellanos, J. R. (2016). Retencion de Sales de Boro en Tres Maderas Mexicanas: Evaluacion Mecanica por Vibraciones. . *Revista de Ciencia y Tecnología.*(26), 40-46.

Varela, C. d. (2016). Laboratorio de materiales.

Carrillo Bojacá, J. A. (2017). Demostración y modelado del impacto ocasionado por el factor de redundancia estructural en momentos donde se ocasionen sismos.

Barragán Peña, C. C. (2018). Elaboración de guías de laboratorio de estructuras de la Universidad Católica de Colombia.

Grunauer Zambrano, J. N. (2016). Ecuador, políticas públicas ante desastres naturales: Análisis de Caso (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala).

García Pazmiño, C. G. (2013). Estudio de comportamiento de demanda para el uso de caña guadua y bambú gigante en Ecuador (Bachelor's thesis, SANGOLQUÍ/ESPE/2013).

Pérez Godínez, J. F. (2017). Diseño experimental y análisis para comparar la tenacidad de diferentes tipos de concreto.

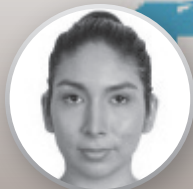
Rodríguez, V. &. (2017). Análisis estructural y tratamiento en escultura para interior y exterior.

Pérez Ortega, Á. (2014). Comparación de ensayos a compresión de madera estructural mediante norma UNE y norma ASTM.

Barberà, M. (2015). Seguridad en proyectos de derribo .

Lima Rojas, L. (2013). Evaluación de la composición química y propiedades físicas de madera y corteza de cuatro coníferas para la producción de bioenergía (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).

Torroja, M. (2017). Los tipos estructurales.



Ing. María Eloísa
Parra-Salcedo, Msc.



Arq. Felipe
Bustamante Alarcón, Msc

La presente publicación tiene como objetivo analizar las propiedades del Guayacán como claro ejemplo de que la madera es un material idóneo para la construcción de edificaciones sismo resistentes en Ecuador, con una resistencia a la compresión de 482 Kg/cm² y a la flexión 3390 Kg/cm². Pudiendo concluirse que el Guayacán es una madera que se puede utilizar en construcciones, ya que los esfuerzos alcanzan los límites máximos permisibles y las resistencias adecuadas para resistir fuerzas externas como los sismos. Teniendo en cuenta esto, la madera del Guayacán se puede utilizar como reemplazo del hormigón armado para edificaciones de hasta 8 pisos.



Descárgalo
GRATIS

Escaneando este código QR



ISBN: 978-9942-44-144-7



9 789942 441447