

Aprovechamiento sostenible para una especie de palma utilizada como material estructural para edificaciones de dos pisos ubicadas en Quibdó, Chocó

Antonio Manuel Hinestroza Serna¹³

DOI: <https://doi.org/10.33132/27114260.1995>

Resumen

Quibdó, capital del departamento del Chocó, por su biodiversidad se ubica como una de las zonas más exuberantes por sus especies forestales. Con la investigación se contribuye a establecer e identificar las palmas adecuadas para la construcción de edificaciones en Tutunendo, donde se encuentran las palmas adecuadas para la construcción de edificaciones. Una de ellas es la zancona (*Socratea exorrhiza*), la cual es convertida por medio de un proceso tradicional en esterilla y, posteriormente, se expone al sol para garantizar su durabilidad y resistencia. En consecuencia, se estableció la combinación de la esterilla con el concreto para ser empleada en construcción de edificaciones arquitectónicas; para esto se llevaron unas muestras o probetas a un laboratorio y se comprobó una resistencia adecuada para ser utilizado en el proceso constructivo del entrepiso para edificaciones de dos pisos.

Palabras clave: conservación construcción, edificio, flora, material.

Introducción

A mediados del siglo XVIII el material predominante en las viviendas de Quibdó eran cañas silvestres llamadas guaduas, con los techos en hojas de plátano y de chambira. Más adelante, llegó

la palma para los muros y la paja para la cubierta (González, 2013). Transcurridos algunos años, en el siglo XIX, Quibdó heredó una arquitectura en madera, la cual se expresó en diseños aplicados en ventanales, balcones y puertas. Estos fueron aportados por algunos paí-

¹³ Maestría en Gestión Ambiental, Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas, Fundación Universitaria del Área Andina. ahinestroza@estudiantes.areandina.edu.co. <https://orcid.org/0000-0002-2384-7699>

ses como Estados Unidos y continentes como Europa, entre otros. Toda esta influencia se enriqueció en los primeros decenios del siglo xx.

Luego de un tiempo continuó la utilización de especies forestales maderables como material principal para la construcción de edificaciones, algunas de estas edificaciones que actualmente existen fueron declaradas patrimonio material de Quibdó por conservar los diseños originales de aquella época. Pero a mediados de los años noventa, aproximadamente, se incrementaron algunas situaciones (minería legal e ilegal, deforestación, desplazamiento de cultivadores, entre otros) que llevaron a que estas especies maderables escasearan y a la vez aumentaran su valor comercial hasta la actualidad.

Con la llegada del cemento se incrementaron las obras en concreto, lo que convirtió este material en uno predominante en la construcción de puentes, pavimentos, escuelas y, especialmente, de edificaciones. Pero este material ha venido presentando un aumento considerable en su costo, lo cual ha contribuido un alto costo en la construcción de edificaciones para algunos habitantes de Quibdó. Además, se ha establecido, en el momento de la construcción de obras,

que estas generan un aumento considerable en residuos de construcción y demolición (RCD), lo que ocasiona impactos ambientales negativos para el medio ambiente (Ahumada y Méndez, 1999).

Se considera entonces establecer alternativas de materiales ambientalmente adecuados y de bajo costo para la construcción de edificaciones de dos pisos, y se plantea incentivar la utilización de la palma (chonta) como elemento constructivo para edificaciones de dos pisos, ya que este material ofrece ventajas y beneficios estructurales para la construcción de edificaciones. Además, ofrece mecanismos sostenibles, que contribuyen a la utilización razonable y un posterior control para estas especies de palmas.

Metodología

Colombia es uno de los países con mayor diversidad de palmas en todo mundo y, junto con Brasil, el más diverso en el hemisferio occidental, con 45 géneros y 252 especies conocidas hasta ahora en su territorio. Las palmas se encuentran presentes en casi todas las regiones del país y muchas especies son componentes importantes de los ecosistemas, ya sea por su gran tamaño, por su abundancia o por la gran producción

de frutos que sirven de alimento para la fauna. Por otra parte, las palmas son la familia de plantas nativas más útiles para los habitantes de las zonas rurales, por la enorme diversidad de productos y servicios que proveen, entre los que se cuentan alimentos, fibras, materiales de construcción y materias primas para la fabricación de numerosos implementos de uso diario.

Al inicio de sus vidas, las palmas pasan por un periodo de crecimiento relativamente lento, que va desde la formación de la plántula hasta el final de la fase de establecimiento, en la cual el tallo incrementa en diámetro hasta alcanzar su tamaño final; luego hay un periodo de crecimiento más rápido de toda la vida de la palma, con notoria elongación del tallo, si este es aéreo, el crecimiento disminuye una vez se alcanza la madurez sexual, hasta llegar finalmente a la senescencia de la palma. La duración del ciclo de vida y de cada una de las fases es específica para cada especie, pero pueden ocurrir variaciones importantes bajo diferentes condiciones ambientales. La edad a la que una palma alcanza su madurez reproductiva varía de una a otra especie y aún dentro de individuos de una misma especie, dependiendo de las condiciones locales, pero en general está entre 5 y 25 años. Sin embargo, algunas

especies, como palma de cera del Quindío (*Ceroxylon quindiuense*), pueden tardar hasta 70 años antes de empezar a reproducirse.

Las palmas presentan varios tipos de amenazas por el uso inadecuado, la minería legal e ilegal, la ampliación de la frontera para la agricultura, la tala indiscriminada, entre otras. En algunas zonas de Colombia estas palmas están en zonas no protegidas, esto quiere decir que no están en los parques nacionales ni en otras zonas protegidas lo que aumenta las amenazas para estas especies.

Por estas razones el Estado colombiano ha establecido normas relacionadas con la conservación de las palmas. El aprovechamiento de los productos derivados de las palmas silvestres colombianas está regido a nivel nacional por el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, Decreto Ley 2811 del 18 de diciembre de 1974, y por el Régimen de Aprovechamiento Forestal, Decreto 1791 del 4 de octubre de 1996. Para el caso de la palma de cera (*Ceroxylon quindiuense*), la Ley 61 de 1985 prohíbe su tala en todo el territorio nacional, y la declara como árbol nacional y símbolo patrio de Colombia. La Resolución 192 del 10 de febrero del 2014 del Ministerio de Am-

biente y Desarrollo Sostenible, establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la biodiversidad colombiana que se encuentran en el territorio nacional; incluye 41 especies de palmas, para las cuales se deben adoptar las medidas necesarias que aseguren su protección.

A nivel regional una existe normativa específica que regula la utilización de varias especies de palmas. Así, por ejemplo, la Resolución 1245 de Corpoamazonia, expedida el 19 de diciembre del 2006, reglamenta el aprovechamiento de tallos de barrigona (*Iriartea deltoidea*) en la Amazonia y por la Resolución 727 del 19 de julio del 2010 se reglamentó el aprovechamiento de frutos y hojas de palma en la Amazonia; la Resolución 3183 del 26 de enero del 2000 de Corantioquia prohíbe el aprovechamiento de tallos de *Wettinia kalbreyeri* y palma mazorca (*Wettinia hirsuta*) en su jurisdicción; esta resolución también prohibió el uso de hojas de palma de cera de la zona cafetera (*Ceroxylon alpinum*) para ramos de Semana Santa; del mismo modo, la Corporación Autónoma Regional de Risaralda, mediante la Resolución 177 del 9 de abril de 1997, prohibió el aprovechamiento de la palma de cera del Quindío (*Ceroxylon quindiuense*) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015, pp. 17-78).

Las palmas tienen muchas aplicaciones en la sociedad colombiana rural, principalmente, en las zonas de bosques cálidos y húmedos como la Amazonia y el Pacífico colombiano. Los usos se agrupan en ocho categorías: construcción (105 especies), elaboración de utensilios y herramientas (87), usos culturales (75), alimentación humana (70), medicinales (31), alimento para animales (31), ornamentales (14) y combustibles (13). Si bien la mayoría de los usos están relacionados con actividades de subsistencia, al menos 32 especies tienen algún nivel de comercialización. Por mencionar algunas palmas: el naidí (*Euterpe oleracea*), de la que se obtienen palmitos y frutos comestibles, el güérregue (*Astrocaryum standleyanum*), la chambira (*Astrocaryum chambira*), la palma estera (*Astrocaryum malybo*), la palma sará (*Copernicia tectorum*) y el cabecinegro (*Manicaria saccifera*) de las que se extraen fibras para producir artesanías, el asaí (*Euterpe precatória*), el milpesos (*Oenocarpus bataua*) y el canangucho (*Mauritia flexuosa*), de las que se extraen frutos comestibles y el caraná (*Lepidocaryum tenue*), la zancoña (*Socratea exorrhiza*) y la barrigona (*Iriartea deltoidea*), de las que se extraen hojas para techar y esterilla para la construcción.

Resultados

En Chocó las palmas son importantes, tanto en la estructura del bosque, como en la subsistencia de sus comunidades, la mayor cantidad y riqueza se presenta hacia la zona central, en la cual hay una mayor precipitación (DANE e IGAC, 2006). Por medio de un estudio realizado en Tutunendo se estableció lo siguiente:

Un alto número de plantas (3818) y la alta representatividad de especies como meme (*Wettinia quinaria*), amargo (*Welfia regia*) y zancona (*Socratea exorrhiza*), las cuales representaron más del 60% del total de las plantas identificadas. En términos de la dominancia, la comunidad de palmas de la localidad de Tutunendo mostró pocas especies: meme (*Wettinia quinaria*: 1387 plantas), amargo (*Welfia*: regia 544 individuos), zancona (*Socratea exorrhiza*: 451 individuos), rabo de zorro (*Pholidostachys dactyloides*: 159 plantas) y chacarra (*Bactris coloniata*: 141 plantas), lo que muestra que un 82% de la comunidad de palmas de la localidad es dominada por unas pocas especies, pero con alta expansión en el área.

El estudio muestra que 28 de las 33 especies tienen reportes de uso en la comunidad. Se identificaron siete categorías de uso, siendo la de mayor frecuencia de uso la categoría artesanal (18 especies), seguida de construcción (17), elaboración de utensilios y herramientas (11), alimentación humana

(10), medicinal y/o veterinarias (5), cultural (4) y venenosas con un solo reporte de uso. La riqueza de especies de palmas fue alta para en esta localidad y constituye una proporción importante de las especies conocidas para la región del Chocó biogeográfico.

Las 17 especies adecuadas para la construcción de edificaciones son: cuchilleja (*Asterogyne martiana*), chontadurillo (*Bactris barronis*), chacarra (*Bactris maraja*), naidi (*Euterpe precatória*), no conocido (*Geonoma calyptrogynoides*), rabiocado (*Geonoma cuneata*), barrigona (*Iriarte deltoidea*), quitasol (*Mauritiella macroclada*), milpesos (*Oenocarpus bataua*), don pedrito, murrapo (*Oenocarpus minor*), rabo de zorro (*Pholidostachys dactyloides*), rabo de zorro (*Pholidostachys pulcra*), zancona (*Socratea exorrhiza*), amargo (*Welfia regia* Amargo), sapa (*Wettinia aequalis*), meme (*Wettinia quinaria*) y no conocido (*Wettinia radiata*). (Ramírez, 2010, pp. 27-55)

De las anteriores, se utilizan para la construcción el tallo y las hojas, pero las palmas que presentan características adecuadas para la construcción son: zancona (*Socratea exorrhiza*), meme (*Wettinia quinaria*), barrigona (*Iriarte deltoidea*) y quitasol (*Mauritiella macroclada*).

En otros corregimientos como Munguido, Guayabal, Tagachi y Alta Gracia se encuentran una variedad de palmas destinadas a varios usos. En las zonas ar-

bóreas de Quibdó hay palmas adecuadas para la construcción, las cuales son utilizadas especialmente como pilotes para edificaciones palafíticas. A Quibdó, por ser la capital del departamento, llegan los productos de estas especies para su comercialización y en algunos casos son enviados a otros departamentos para usos domésticos y/o su comercialización.

Como se mencionó existen varias palmas adecuadas para la construcción de edificaciones, se estableció para este propósito la palma zancona (*Socratea exorrhiza*), la cual presenta características adecuadas según algunas personas conocedoras de la especie. Por esta razón, se presenta el siguiente estudio.

Estructura externa de la palma

El tallo tiene una altura aproximada de 9 a 14 m de alto y un diámetro aproximado de 14 a 30 cm, de color pardo grisáceo, sostenida por un cono de raíces epigeas (sobre el suelo) de 2 a 3 m de alto cada una y con diámetro de 4 a 9 cm como se observa en la figura 1.

Estructura interna de la palma

En su estructura interna, la médula (centro de la palma) es más abundante y la corteza (exterior de la palma) es de espesor menor, la corteza la protege de



Figura 1. Raíces de la palma zancona
Fuente: elaboración propia.



Figura 2. Corte de la palma zancona
Fuente: elaboración propia.

insectos y otros agentes biológicos. La médula o tripa es carnosa y transporta todos los nutrientes que alimenta a la palma como se observa en la figura 2.

Obtención de la esterilla

Es un proceso establecido por los campesinos, quienes han trabajado por años esta palma para la construcción de sus edificaciones. Para talar la palma se debe cumplir con dos condiciones: la primera es tradicional y es estar en la luna adecuada, y la segunda es que debe estar madura; con estas condiciones se garantiza la durabilidad de la palma. Se debe talar con hacha preferiblemente, una vez cortada se pica con un hacha adecuada para su fácil manipulación. Este picado se debe realizar en toda la extensión del tallo, a continuación, se separa y se saca la médula o tripa con pala, barretón o “palín” o se jala. Esta



Figura 3. Esterilla de la palma zancona
Fuente: elaboración propia.

tripa se utiliza para fabricar o armar balsas para el transporte de alimentos. Una vez obtenida la esterilla se deja secar al sol aproximadamente unos quince días para ser comercializada. Esta tiene una longitud de 5 m y un ancho de 56 cm como se observa en la figura 3, en el medio se vende por “tarea” la cual consiste en un un tuco este equivale a ocho esterillas. Actualmente, este material no tiene un comercio constante o permanente en Quibdó como la madera, por tal razón, se debe solicitar su pedido.

Características externas de la esterilla

Textura. En la figura 4 muestra el reverso de la esterilla, su textura es un poco suave o lisa.

La figura 5 muestra el anverso de la esterilla, su textura es áspera o rugosa y

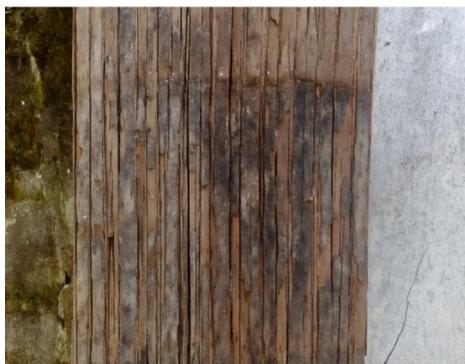


Figura 4. Superficie de la palma zancona
Fuente: elaboración propia.

contiene astillas sueltas que pueden chuzar si no se manipula con cuidado.

- **Color.** El color característico de la esterilla es un negro jaspeado y en algunas partes un café oscuro.
- **Olor.** Después del proceso de secado, no tiene un olor característico.
- **Duración.** Es resistente a los ataques de insectos, a la humedad, su duración es única comparada con maderas del trópico como truntago, níspero, pino amarillo, entre otras, que son utilizadas en la construcción. En Quibdó se encuentra una edificación de un piso con este material (en muros), la cual tiene 30 años aproximadamente de construcción y



Figura 5. Superficie de la palma zancona
Fuente: elaboración propia.

este material está intacto no ha tenido alguna alteración en su composición física.

Propiedades mecánicas

Se estableció un procedimiento para determinar la característica mecánica (flexión) de esta palma en mención para ser utilizada como refuerzo para el concreto en el proceso constructivo de un entrepiso conocido antes como losa.

Ensayo a flexión al concreto reforzado con esterilla

El ensayo a la flexión para un material consiste en determinar la resistencia que opone o resiste el material a no dejarse doblar o flectar (Muñoz, 2004). Para determinar esta flexión se establecieron dos procesos. Primero, la obtención de tres probetas o muestras de la siguiente manera:

En la figura 6 se muestra la dimensión de la palma y la formaleta, las cuales tienen medidas de 1,00 x 1,00 m y un espesor de 0,6 cm, lo mínimo para el entrepiso liviano.

Más adelante, se vacía el concreto en la formaleta y se deja fraguar aproximadamente siete días. En la figura 7 se ve la conformación de la placa de concreto



Figura 6. Palma zancona con formaleta

Fuente: elaboración propia.

reforzado con esterilla. Después de algunos días se tomaron algunas medidas para que el concreto fuera de calidad: se tapó o recubrió con un plástico los primeros días para evitar el aumento de agua causada por la lluvia en la región, periódicamente se humedeció o roció para evitar las fisuras por contracción plástica causada por las altas temperaturas de la región. El desencofrado se realizó sin golpear la formaleta evitando roturas en el concreto y previniendo que las aristas no sean alteradas con remiendos (Instituto del Concreto Asocreto, 2016).

La figura 8 muestra una de las tres probetas, la cual tiene las medidas de

152 x 305 mm, y fue cortada lo más uniforme posible.

Segundo, se llevan las probetas al Laboratorio de Resistencia de Materiales de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), que proporcionaron los siguientes resultados:

Prueba solicitada: ensayo de flexión a tres probetas compuestas de fibra natural palma y concreto (anexos A, B y C). En la tabla 1 se observan los resultados obtenidos de las probetas, los cuales establecieron que con los resultados en megapascal (MPa), la combinación de concreto y palma para la utilización como elemento estructural (entrepiso) es adecuado para una edificación residencial de dos pisos.



Figura 7. Concreto con esterilla de la palma zancona

Fuente: elaboración propia.

Descripción del ensayo realizado: montaje en aditamento para flexión con distancia entre apoyos 254 mm, aplicación de fuerza hasta la rotura. Adquisición de datos y cálculo de esfuerzos y resultados requeridos. Referencia del informe en el laboratorio 001-2018.

Propuesta constructiva para una edificación de dos pisos en palma y concreto

Con los resultados expuestos y su posterior análisis se estableció una alternativa constructiva para edificaciones de dos pisos, la cual consiste en que para la construcción del entrepiso, se instalan las soleras en madera con sección de 4" x 2", que a su vez harán de vigas y longitud según el frente (ancho) de la edificación; estas serán de especies forestales adecuadas para la construcción como chanó, chachajo, entre otras (Marciales, 2002). Su espaciado entre las

soleras será de 0,40 cm, para darle una mayor resistencia al entrepiso. Más adelante, se instala la esterilla, procurando no dejar orificios entre estas con el fin de que cuando se vacía el concreto, este no se pueda drenar entre los intersticios; estas se pueden amarrar entre sí con alambre quemado o ser clavadas para evitar el desplazamiento al momento del vaciado del concreto.

A continuación, se vacía el concreto dejando un espesor como mínimo de 6 cm, ya que este concreto se establece como liviano, este tendrá una dosificación de 1:2:2 (Martínez, 1998). Luego se esparce en toda la superficie de la



Figura 8. Probeta con la combinación de palma y concreto

Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Consolidación de los resultados a las probetas

Probeta	Marcación interna del laboratorio	Resistencia máxima (MPa)	Promedio (MPa)
1	AMHSFLEX01	4,747	
2	AMHSFLEX02	5,70	4,87
3	AMHSFLEX03	4,380	

Fuente: datos obtenidos del laboratorio de resistencia.

Nota: un MPa es una medida de resistencia a la compresión del concreto.

esterilla con codal totalmente plana, se deja fraguar (secar) aproximadamente unos siete días y se hacen los cuidados respectivos, ya que en esta región las lluvias aparecen de un momento a otro o el incremento de las altas temperaturas puede afectar la resistencia del concreto (Universidad Santo Tomás, 1986). Para darle un aspecto estético al entrepiso en la parte inferior se podría instalar un cielo raso en tablilla machihembrada o láminas de PVC (Chinchilla, 1999).

Una vez vaciado el entrepiso se podría realizar acabados con anilina (color) el cual se puede esparcir con llana para darle un aspecto agradable al piso, también se podría instalar un piso en tapete, que tiene figura o forma de baldosas entre otros acabados livianos (Instituto del Concreto Asocreto, 2002).

Discusión

En la visita realizada a Tutunendo se observaron algunas edificaciones de un piso construidas en palma; se estableció

que con todas las palmas se construyen todos los elementos constructivos de una edificación.

- La palma zancona (*Socratea exorrhiza*) para muros, varetas, puertas pisos.
- La palma quitasol (*Mauritiella macroclada*) para muros, puertas, piso.
- La palma meme (*Wettinia quinaria*) para las soleras, pilotes, varetas.
- La palma barrigona (*Iriarteia deltoidea*) para los pisos elevados.

Esto genera un uso abundante de estas especies en una edificación, en consecuencia, se estableció el uso de la palma zancona (*Socratea exorrhiza*) en un solo proceso constructivo estructural (entrepiso) en una edificación de dos pisos, ya que así se contribuye a la preservación de esta especie y otras especies

adecuadas para la construcción de edificaciones.

Además, como es sabido cada vez que se expone un material natural para la construcción con características adecuadas, su uso es constante y después de un determinado tiempo presenta escasez o agotamiento, lo que pasaría probablemente con este recurso natural, por lo que es conveniente establecer algunas actividades de sostenibilidad:

- Talar estas especies con hacha, ya que esto permite que algunas semillas se esparzan en el lugar y produzcan nuevas plántulas.
- Por parte de la Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó (Codechocó) o de manera privada (ingeniero forestal), elaborar un plan de manejo forestal (Gestión de Recursos Naturales, 2020) para las especies con características adecuadas para la construcción, el cual sería establecido según las características de la región; este sería entregado a los concejos comunitarios, ya que estos son la autoridad en los corregimientos y son los garantes en el cumpli-

miento y vigilancia de este plan de manejo forestal.

- Se debe concientizar a los pobladores de aquellas zonas de la necesidad de conservar y darle un aprovechamiento adecuado a estas especies, las cuales contribuyen a la subsistencia de dichos pobladores y para las especies.
- Establecer con el Gobierno nacional o con entidades no gubernamentales planes de reforestación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021) y de familias guardabosques en zonas de extracción de estas especies (DPCI, 2010).
- Establecer e implementar en las escuelas, en los colegios y en las comunidades, charlas ambientales sobre la importancia de la conservación sostenible de estas especies y a su vez la subsistencia de los ecosistemas.

Para continuar investigando se pretende realizar otros estudios de resistencia utilizando dos esterillas (una encima de la otra), establecer la probeta y llevarla al laboratorio de resistencia. Además,

establecer la huella hídrica de la palma zancona (*Socratea exorrhiza*), utilizada en el proceso constrictivo (entrepiso) considerando también realizar la huella de carbono de los materiales utilizados en la elaboración del concreto (arena, agua y cemento) y establecer la mitigación de los impactos ocasionados por este material (concreto).

Conclusiones

Para tener una mayor certeza de la resistencia de este nuevo material se considera realizar en quince probetas estos ensayos. La ventaja de la utilización de este material como entrepiso es la eliminación del uso de la varilla de acero como refuerzo estructural y el ladrillo (arcilla o cemento) como material aligerante. Además, produce una economía notable en la construcción o materialización de una edificación de dos pisos, ya que la varilla de acero presenta un alto costo en Quibdó; como la esterilla no se consigue fácilmente, se debe pedir con antelación. Hasta el momento no se conoce en la región un estudio o investigación con este material para este proceso constructivo. El espesor del entrepiso lo debe establecer un ingeniero civil, ya que es quien determina las cargas que va a soportar el elemento estructural (entrepiso).

Agradecimientos

El autor agradece a Lorenzo Palacios y a Carlos Mosquera, quienes con su experiencia en este material contribuyeron a establecer sus características físicas. Al ingeniero Gabriel Calle, coordinador del Laboratorio de Resistencia de Materiales de la UTP, por establecer la resistencia de este material y su disposición a las inquietudes presentadas en los ensayos, también al señor Juan Mena Mosquera concedor en la construcción de edificaciones en madera, con la cual se conocieron algunas características constructivas para este material.

Referencias

- Chinchilla, P. P. (1999). *Materiales para construcción*. Universidad Santo Tomás.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE); Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2006). Chocó, características geográficas, IGAC.
- Dirección de Programas contra Cultivos Ilícitos (DPCI). (2010). Manual operativo (ABC) Programa familias guardabosques productivas versión controlada por Acción Social, ahora Departamento para la Prosperidad Social. <https://portal.renovacioneterritorio.gov.co/descargar.php%3FidFile%-3D22102&cd=4&hl=es&ct=clnk&gl=co>
- Gestión de Recursos Naturales. (2020). Plan de manejo forestal. <https://www.grn.cl/plan-de-manejo-forestal.html>

- Gonzales Escobar, L. F. (2013). Contexto histórico y desarrollo urbano. Quibdó, contexto histórico desarrollo urbano y patrimonio arquitectónico. Universidad Nacional de Colombia.
- Instituto del Concreto Asocreto. (2002). *Tecnologías y propiedades*. Instituto del concreto Asocreto.
- Instituto del Concreto Asocreto. (2016). *Manejo y colocación en obra*. Asocreto.
- Leyva Ahumada, M. A. y Méndez Céspedes, P. E. (1999). Evaluación de impactos y Plan de manejo ambiental n.º 8. Universidad Santo Tomás.
- Marciales, C. L. M. (2002). Materiales regionales para la construcción. Universidad Santo Tomás.
- Martínez Murcia, J. G. (1998). Durabilidad del concreto y mecanismos de falla. Estructuras III aplicaciones concreto, acero y madera. Universidad Santo Tomás.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). Reforestación, Rehabilitación de ecosistemas forestales. <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/432-plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemas-25>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Universidad Nacional de Colombia. (2015). Plan de conservación, manejo y uso sostenible de las palmas de Colombia. https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Programas-para-la-gestion-de-fauna-y-flora/PLAN_PALMAS_2015.pdf
- Muñoz Muñoz, H. A. (2004). Construcción de estructura. Instituto del Concreto Asocreto; Sena.
- Ramírez Moreno, G. (2010). *Estudio de las comunidades de palmas en dos regiones fitogeográficas del Chocó-Colombia* [tesis, Universidad Nacional de Colombia]. <https://docplayer.es/60957308-Estudio-de-las-comunidades-de-palmas-en-dos-regiones-fitogeograficas-del-choco-colombia.html>
- Universidad Santo Tomás. (1986). Técnicas constructivas. Construcción en arquitectura e ingeniería [tesis Universidad Santo Tomás].

Anexos

Anexo A. Resultado de la probeta 1, Informe de ensayo

 <p>Universidad Tecnológica de Pereira</p>	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES INFORME DE ENSAYO	Código 123-LRM-F02 Versión 1 Fecha 28/05/2016 Página 2 de 8
---	--	--

II. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Campo	Valor	Unidad
Referencia	AMHSFLEX01	
Fecha de ensayo	24/01/2018	
Material	ChontaMortero	
Norma	ASTM C1185-03	
Modo de ensayo	Flexión	
Sección	Rectangular	
Ancho	146	mm
Espesor	63.1	mm
Distancia entre apoyos (inf.)	254	mm
Modo de control	Carrera	
Velocidad	50	mm/min
Fuerza máxima	7242.1	N
Resistencia máxima	4.747	MPa



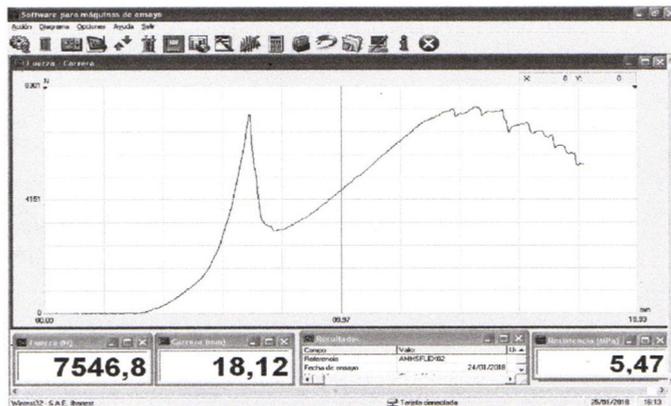
Nota: Se observan dos picos de fuerza correspondientes a la falla del mortero de cemento (F1= 6399 N), y posterior a la falla de la fibra vegetal (F2=7242N)

Fuente: UTP, Facultad de Ingeniería Mecánica, Laboratorio de Resistencia de Materiales.

Anexo B. Resultado de la probeta 2, Informe de ensayo

 Universidad Tecnológica de Pereira	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES INFORME DE ENSAYO	Código 123-LRM-F02 Versión 1 Fecha 26/05/2016 Página 3 de 8
--	--	--

Campo	Valor	Unidad
Referencia	AMHSFLEX02	
Fecha de ensayo	24/01/2018	
Material	ChontaMortero	
Norma	ASTM C1185-03	
Modo de ensayo	Flexión	
Sección	Rectangular	
Ancho	146	mm
Espesor	60	mm
Distancia entre apoyos (inf.)	254	mm
Modo de control	Carrera	
Velocidad	25	mm/min
Fuerza máxima	7546.8	N
Resistencia máxima	5.47	MPa



Nota: Se observan dos picos de fuerza correspondientes a la falla del mortero de cemento ($F_1 = 7259$ N), y posterior a la falla de la fibra vegetal ($F_2 = 7547$ N)

Fuente: UTP, Facultad de Ingeniería Mecánica, Laboratorio de Resistencia de Materiales.

Anexo C. Resultado de la probeta 3, Informe de ensayo

 Universidad Tecnológica de Pereira	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES INFORME DE ENSAYO	Código 123-LRM-F02 Versión 1 Fecha 26/05/2016 Página 4 de 8
--	--	--

Campo	Valor	Unidad
Referencia	AMHSFLEX03	
Fecha de ensayo	24/01/2018	
Material	ChontaMortero	
Norma	ASTM C1185-03	
Modo de ensayo	Flexión	
Sección	Rectangular	
Ancho	146	mm
Espesor	60.2	mm
Distancia entre apoyos (inf.)	254	mm
Modo de control	Carrera	
Velocidad	25	mm/min
Fuerza máxima	6089	N
Resistencia máxima	4.38	MPa



Nota: Se observan dos picos de fuerza correspondientes a la falla del mortero de cemento (F1= 6085 N), y posterior a la falla de la fibra vegetal (F2=6089N)

Fuente: UTP, Facultad de Ingeniería Mecánica, Laboratorio de Resistencia de Materiales.