

Arquitectura en Tierra:

Tecnología sostenible y reutilización patrimonial

XIV CIATTI 2017 MÉXICO
Congreso Internacional de Arquitectura en Tierra,
Tradición e Innovación

Coordinadores:
José Luis Sáinz Guerra
Félix Jové
Luis Fernando Guerrero Baca

ISBN: 978-84-09-06433-5
D.L.: VA 829-2018
Impreso en España
Noviembre de 2018

Publicación online.

Para citar este artículo:

To cite this article:

HURTADO, Oswaldo; CÁRDENAS, Javier Alfonso. "Aligerantes de losas y entrepisos a base de materiales ecológicos". En: *Arquitectura en tierra. Tecnología sostenible y reutilización patrimonial*. [online]. Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid, Valladolid 2018. Pp. 209-218

URL de la publicación:

<http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>

Este artículo sólo puede ser utilizado para la investigación, la docencia y para fines privados de estudio. Cualquier reproducción parcial o total, redistribución, reventa, préstamo o concesión de licencias, la oferta sistemática o distribución en cualquier otra forma a cualquier persona está expresamente prohibida sin previa autorización por escrito del autor. El editor no se hace responsable de ninguna pérdida, acciones, demandas, procedimientos, costes o daños cualesquiera, causados o surgidos directa o indirectamente del uso de este material.

This article may be used for research, teaching and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, re-distribution, re-selling, loan or sub-licensing, systematic supply or distribution in any form to anyone is expressly forbidden. The publisher shall not be liable for any loss, actions, claims, proceedings, demand or costs or damages whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with or arising out of the use of this material.

Copyright © Todos los derechos reservados

© de los textos: sus autores.

© de las imágenes: sus autores o sus referencias.

ALIGERANTES DE LOSAS Y ENTREPISOS A BASE DE MATERIALES ECOLÓGICOS

XIV CIATTI 2017. Congreso Internacional de Arquitectura de Tierra, Tradición e Innovación. Ciudad de México

*Oswaldo Hurtado Figueroa. * Tecnólogo en Construcción
Javier Alfonso Cárdenas Gutiérrez. Ingeniero Civil*

SENA - C.I.E.S. y Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia

PALABRAS CLAVE: Residuos vegetales, gramíneas, suelo arcilloso

1. Introducción

La inclusión de residuos vegetales en la elaboración de diseños de mezclas en tierra para su utilización en la construcción de viviendas, junto al empleo de las diferentes técnicas de edificación ancestrales, han sido evidenciadas por las distintas investigaciones arqueológicas realizadas de manera general en sitios de interés con el fin de ahondar en la materia ayudando a la generación de nuevo conocimiento. Los resultados de las investigaciones, sirven como punto de partida para el desarrollo de nuevos tipos de mezclas, que en mejora de las ancestralmente utilizadas, son

más resistentes a los esfuerzos mecánicos a las que son sometidas en los respectivos ensayos investigativos. La paja, residuo vegetal del arroz, de fácil obtención en las tierras fértiles de la región del Catatumbo del departamento del Norte de Santander - Colombia, ubicación geográfica del presente proyecto de investigación, es el material predominante junto al suelo arcilloso que se extiende en la zona. La mezcla resultante entre la adición de paja y la emulsión de suelo arcilloso con distintos % de humedad, vertidos y compactados manualmente en un encofrado o molde,



Figura 1. Casetón, aligerante para losas y entresijos elaborado con emulsión arcillosa y paja. Fuente: O. Hurtado y J.A. Cárdenas.

de madera o metal según sea la disponibilidad para su fabricación, da el aspecto deseado al elemento final. El proyecto de investigación, evidencia la utilización de este tipo de mezcla, para la elaboración de cajones (casetones) que sirven para el aligeramiento de placas o entresijos que serán fundidos o elaborados en concreto. Para la realización de esta actividad (el aligeramiento de placas o losa de entresijo), en nuestro país, es común la utilización de madera para la fabricación de los cajones, material que luego de su utilización es desechado debido al mal estado que presenta cuando es recuperado luego de su uso. Con la implementación de los elementos aligerantes elaborados a base de materiales totalmente ecológicos, se estaría reduciendo significativamente la tala de bosques maderables, dando buen uso a un residuo vegetal ignorado.

2. Antecedentes

El uso de materiales propios de la naturaleza, para la construcción de refugios, está enmarcado desde el mismo surgimiento de la humanidad como lo indican los diferentes hallazgos arqueológicos en innumerables búsquedas donde el estudio y análisis de los restos arquitectónicos de construcciones milenarias evidencian la participación de materiales naturales como elementos principales para la elaboración de mezclas o amalgamas, según sea la combinación de los mismos. *“En la tradición de construcción con tierra cruda, se conocen numerosos métodos con multitud de*

variantes, que transmiten la identidad de cada uno de los lugares y de las culturas en las que se desarrollan” (Rocha & Jove, 2015, p.9).

Según sea el material presente en la zona o con lo que se contaba en el entorno, eran recolectados, seleccionados y tratados para luego ser preparados, formando una masa única, que se disponía para ser colocada o vertida en su lugar de disposición final cual fuera la técnica constructiva pertinente.

“Gracias a las investigaciones arqueológicas se ha descubierto que para su edificación una selección de materiales y un tratamiento posterior, evidencia el conocimiento de una técnica constructiva perfeccionada” (SIACOT, 2014, p.24).

Los residuos vegetales han jugado un papel importante en la elaboración de mezclas para la construcción de viviendas, tanto así que sin la veracidad o soporte científico de algún tipo de ensayo o análisis de laboratorio, inexistentes en la época, eran comúnmente utilizados por los constructores que solo se basaban en la evidencia física de su comportamiento mediante la verificación visual de viviendas edificadas junto a experiencias en los usos y aplicaciones por parte de sus colegas.

“En muchas civilizaciones de la antigüedad, las fibras se usaron para reforzar materiales. Por ejemplo, la paja se usaba como refuerzo en los adobes de arcilla para controlar la ten-



Figura 2. Quema paja de arroz. Fuente: Irene Marsilla - Las Provincias.



Figura 3. Tala de bosques maderables en Colombia Fuente: Revista Semana.

sión por el secado y reducir el agrietamiento” (Juarez Alvarado, 2002, p.2).

Las fibras vegetales mejoran el comportamiento mecánico de los elementos tanto de mampostería como muros edificados in-situ con las diferentes mezclas utilizadas para cada una de las técnicas constructivas implementadas.

“De acuerdo con las necesidades de los diferentes elementos presentes en la edificación y las posibilidades de uso de las diferentes biomásas, éstas pueden ser clasificadas en dos grandes grupos: la biomasa que presenta fibras largas y constituyen un interesante refuerzo para elementos cargados a tracción y flexión y la biomasa particulada o con fibras cortas que sólo son interesantes en aplicaciones de aislamiento térmico en materiales de construcción en masa ligados mediante un aglomerante, en general tierra o cemento” (Velasco Roldan & Et all, 2015,p.25).

La paja de arroz, como subproducto del grano, no es comúnmente utilizada en nuestro país, debido a la falta de interés investigativo.

En el municipio de Tibu ubicado en la region del Catatumbo en el departamento del Norte de Santander, abundan los cultivos de este cereal dejando grandes volúmenes del subproducto que por desconocimiento y la falta de aplicaciones prácticas, es quemado sobre el terreno exponiendo cantidades de CO₂ a la atmósfera.

3. Aligerantes de losas y entrepisos a base de materiales ecológicos

En la construcción de edificaciones, es común la utilización de la madera para la ejecución de diferentes actividades que conllevan al desarrollo de las tareas específicas del proyecto u obra. El formateado o encofrado que da forma a los elementos en concreto u hormigón y morteros, es una de las actividades que más demanda la utilización de este material.

“La madera es uno de los principales recursos renovables en el mundo cuya utilización se desarrolla a gran escala. Históricamente es uno de los materiales más utilizados por el hombre en diversas actividades: una de las mismas, la construcción; básicamente porque sólo con aquella se puede construir una vivienda íntegramente, es decir, sin la intervención o combinación de otro material” (Romero Ramos, 2016).

En países donde se implementa la madera como material de construcción cuyas leyes y normas protegen y exigen el cuidado ambiental pertinente de las zonas de extracción, la madera se convierte en un material competitivo frente a los convencionalmente utilizados.

“Construir en madera es propio de los países que tienen un sano aprovechamiento forestal, como Canadá y Estados Unidos. Construir en concreto armado propicia, en cambio, el uso secundario de sistemas y materiales constructivos tales como la madera, la que solo se



Figura 4. Proceso de aligeramiento de losas mediante el uso de casetones convencionales. Fuente: O. Hurtado y J.A. Cárdenas.

usa como parte de un procedimiento no permanente en las construcciones, que lo hacen efímero y por tanto de alto impacto ambiental” (Bianconi Bailez, 2011, p.44).

En nuestro país, debido al cultivo de diferentes productos alimenticios, junto a los cultivos ilícitos presentes en gran parte de las zonas campesinas, se ha evidenciado la tala indiscriminada de bosques para dar paso a tierras productivamente aprovechables, situación que inflige al medio ambiente generando un daño colateral evidente en el impacto negativo ejercido por cambio climático que se muestra en la actualidad.

“En 2016, Colombia taló un 44 por ciento más con respecto a 2015, y a los motores ya conocidos de la deforestación —uso inadecuado de la tierra para la ganadería extensiva, cultivos ilícitos, actividad extractiva—, se sumó uno nuevo que tiene que ver con efectos colaterales e indeseados del Acuerdo Final de La Habana: la praderización para acceder a la titulación de tierras contempladas en el acuerdo final sobre reforma rural integral” (Revista Semana, 2017).

Con el uso de la paja, residuo vegetal del arroz, como material útil para la elaboración de elementos rígidos como los aligerantes de placas y losas de entrepisos, pudiendo reemplazar la madera que convencionalmente se viene utilizando como materia prima en el proceso de fabricación de dichos elementos indispensables en la construcción de edificaciones, se emplearía de manera productiva un residuo agrícola que no es aprovechable en la región del Catatumbo, y que por la falta de conocimiento de sus propiedades y características junto a su manejo ambiental adecuado, es incinerado in-situ cargando de CO₂ la atmósfera circundante del área de quema.

4. Objetivo General

Elaborar “Casetones” aligerantes de losas y entrepisos a base de paja (residuo vegetal del arroz) y suelo arcilloso.

5. Objetivos específicos

- Diseñar molde para el Casetón prototipo.
- Construir un molde prototipo en madera.

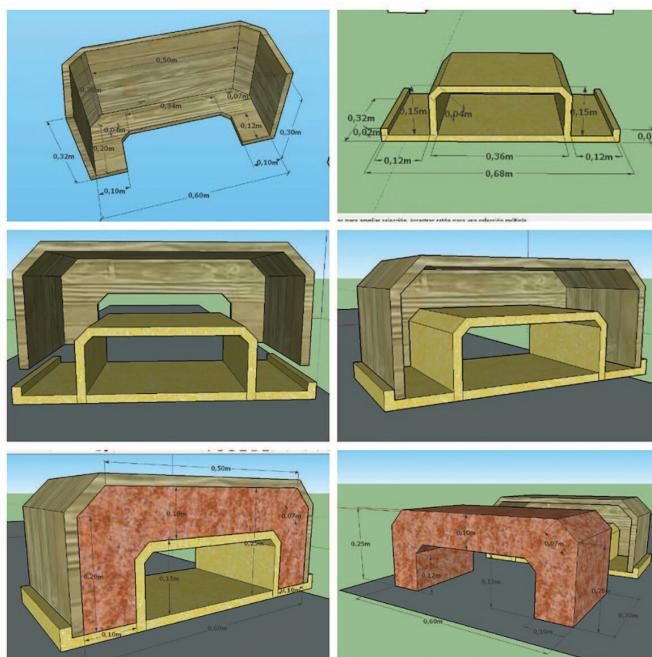


Figura 5. Diseño 3D Casetón de aligeramiento Fuente: O. Hurtado y J.A. Cárdenas.

- Preparar mezclas
- Recolectar materiales naturales
- Preparación de materiales
- Realizar diseños de mezclas
- Elaborar casetones con el diseño de mezcla óptimo.
- Ensayar casetones
- Realizar ensayo a flexión

5.1. Diseñar molde para el Casetón prototipo.

¿Qué es un aliegerante de losas y entre pisos “Casetón”?

Cuando el proyecto a edificar comprende construcciones verticales o viviendas en altura, se hace necesario el diseño de la losa de entrepiso, losa que en la actualidad presenta muchas alternativas constructivas, según sea el presupuesto del contratante. Una manera fácil y sencilla de realizar el aligeramiento de

la losa de entrepiso comprende la fabricación de casetones, que son solo cajones de madera u otro material, que en ocasiones son forrados por algún tipo de polímero que facilita su posterior extracción, con dimensiones estipuladas por diseños, que se ubican sobre una obra falsa o encofrado acompañados de aceros de refuerzo, de manera que sea vertido el concreto sobre ellos para luego ser retirados, pasado el tiempo de fraguado del concreto, dejando un vacío bajo la losa que disminuye considerablemente el peso del elemento, en concreto “la losa de entrepiso”.

Continuando con las actividades investigativas en el laboratorio de investigación ubicado en la Vereda J 10 del Municipio de Tibu perteneciente a la región del Catatumbo, en un trabajo conjunto SENA-C.I.E.S y la Universidad Francisco de Paula Santander sede Cúcuta se diseñó en 3D, con la ayuda del programa Google Sketchup, el molde prototipo del Casetón con el que se pretende su posterior fabricación en madera.

El modelo está provisto de 2 piezas independientes que unidas forman un solo elemento, facilitando así el encofrado y desencofrado para la posterior elaboración del casetón.



Figura 6. Molde en madera para el Casetón.
Fuente: O. Hurtado y J.A. Cárdenas.



Figura 7. Recolección de materiales naturales.
Fuente: O. Hurtado y J.A. Cárdenas.

Cuenta con las siguientes dimensiones internas:

- Espesor: 0,10 m
- Altura: 0,25 m
- Ancho: 0,30 m
- Longitud: 0,60 m

Con las dimensiones descritas anteriormente se pretende la elaboración de elementos “casetones”, que colocados uno, consecutivamente con otro, llegan a cubrir longitudes estipuladas por el espaciamiento descrito en los planos estructurales conservando el mismo ancho, altura y espesor.

5.1.1. Construir un molde prototipo en madera.

Teniendo como guía los planos arrojados por el diseño en 3D, se procedió a la fabricación del molde en madera.

5.2. Preparar mezclas

La investigación experimental es pieza clave en la búsqueda de resultados donde podemos confeccionar diferentes mezclas con variadas proporciones y tantos materiales como se tenga a disposición. “(...) Los análisis efectuados a adobes recolectados en diversos sitios y algunos de ellos datados alrededor de

cien años, dieron resultados para la resistencia a la compresión de 15,3 a 27,3 kg/cm² (Sanchez Gama, 2005).

“Estas diferencias se pueden explicar al advertir que hay otros factores que intervienen en la respuesta ante la rotura, como son la preparación y homogeneidad de la mezcla, así como el amasado y secado adecuado” (Sanchez Gama, *La arquitectura de tierra en Colombia, procesos y culturas constructivas*, 2007).

Son diversos los recursos naturales aprovechables como materiales alternativos en la construcción en nuestro país, sin dejar a un lado su buena práctica, para no alterar los ecosistemas con impactos ambientales negativos. Realizando investigaciones en la temática se generarían opciones útiles para el aprovechamiento tanto de residuos vegetales como de recursos renovables.

Los materiales y métodos constructivos se derivan de los recursos disponibles en el lugar y la forma arquitectónica, la cual se explica por el clima y la necesidad de cubrirse, también por cuestiones sociales que se relacionan con la economía. Los materiales no determinan la forma por sí mismos, pues existen distintas formas realizadas con los mismos materiales. Teniendo como consecuencia, la flora de las distintas zonas de vida, las cuales contribuyeron a definir la estética de estas casas. (Nuñez Zorrilla, 2011).



Figura 8. Preparación de la arcilla. Fuente: O. Hurtado y J.A. Cárdenas.

5.2.1. Recolectar materiales naturales

El municipio de Tibu, lugar donde se vienen desarrollando los proyectos de investigación SENA-C.I.E.S junto con la universidad Francisco de Paula Santander sede Cúcuta, presenta grandes extensiones de cultivos de arroz, cereal que al ser recolectado genera un subproducto conocido como paja o tamo “el tallo”, residuo vegetal que en el presente proyecto se convierte en uno de los materiales principales en nuestra investigación junto al suelo arcilloso, característico en la región, propiedad que optimiza su implementación para la confección de mezclas.

5.2.2. Preparación de materiales

Al tener los materiales recolectados son acopiados en el laboratorio de ensayos de campo donde se someten a un previo alistamiento y preparación. La paja en este caso, será utilizada con la misma longitud que fue recolectada, no hay necesidad de hacer ningún tipo de corte a tamaños más reducidos. En nuestro ensayo fue utilizada tal como se encontró en el arrozal, situación que reduce actividades en la ejecución y desarrollo del proyecto. El suelo arcilloso es sometido a un secado natural, luego se apisona de manera que se reduzcan los tamaños de terrones disminuyendo partículas hasta donde se pueda manual o mecánicamente, según sea el caso, y a su vez se identifica y se retira el material pétreo, vegetal, residuos o elementos no deseados presentes en el suelo.

Luego de la reducción de partículas, el suelo arcilloso es vertido en una pileta, que en nuestro taller presenta un diámetro de 2.80 m y una altura de 0,60 m, a la cual se le adiciona agua hasta lograr sumergir totalmente el suelo. Durante 10 o 15 días el material sumergido está sujeto a constantes y periódicas actividades de mezclado manual, en este caso con los pies, o mecánicamente, según los medios con que se cuente.

Pasado el periodo de humedecimiento junto a las constantes actividades de mezclado, el suelo arcilloso es tamizado por una malla de 4.5 mm y depositado en recipientes de grandes volúmenes que garanticen la continuidad del proceso que se repetirá cuantas veces sea necesario hasta tener las cantidades o volúmenes estimados para la permanente disponibilidad de material preparado. La contextura del suelo pasa a ser líquida debido al contenido de agua presente, y toma una consistencia líquido espesa semejjando una emulsión ideal para su mezclado con la paja.

5.2.3. Realizar diseños de mezclas

Con el alistamiento y preparación de los materiales, procede la elaboración de mezclas, que consiste en realizar muestras con diferentes contenidos de materiales donde luego de un periodo de secado a la sombra, que en nuestro proyecto se determinó en 15 días, se rompen manualmente para determinar su tenacidad. Los ensayos realizados en el laboratorio de la tierra y biomateriales para la construcción de



Figura 9. Elaboración de diseños de mezcla. Fuente: O. Hurtado y J.A. Cárdenas.



Figura 10. Confección del Casetón. Fuente: O. Hurtado y J.A. Cárdenas.

viviendas debido a su ubicación en la vereda J 10 en el municipio de Tibu perteneciente a la región del Catatumbo, son netamente de campo, no se cuenta con equipo especial de medición.

Las muestras son confeccionadas en cilindros de PVC de 4" de diámetro y 1" de altura. Se realizan alrededor de 15 muestras con diferentes contenidos de material dosificados en porcentajes, y en el caso puntual de la paja, se determina su aplicación por volumen de material arcilloso mezclado.

Con la realización de los ensayos de campo se pretende filtrar de manera aproximada los diseños de mezcla óptimos con los cuales se fabrican los elementos de interés en las diferentes investigaciones, los cuales, luego de su confección, son sometidos a ensayos en el laboratorio certificado de resistencia de materiales situado en la ciudad de Cúcuta, cuyos resultados nos arrojan valores de interés con soporte calificado a la investigación realizada.

5.3. Elaborar casetones con el diseño de mezcla óptimo

Determinado el diseño de mezcla óptimo se procede a la elaboración del casetón prototipo. Con la ayuda del molde junto al diseño de mezcla, se procede al armado del mismo, que luego recibirá la mezcla mediante vertimiento manual, dentro del molde, apisonándola suavemente con la ayuda de un mazo de madera.

La aplicación se realiza por capas teniendo en cuenta remover la parte superior de la capa inferior "a modo de escarificación" antes de recibir la siguiente capa. Este proceso se debe a que se pudo evidenciar, mediante ensayos, que el no hacerlo genera juntas no adheridas entre capas que conllevan su desprendimiento.

Luego de la correcta aplicación de la mezcla dentro del molde, se procede al desencofrado, retirando de manera controlada las dos piezas que comprende el molde. El retiro debe hacerse lo más sutil posible evitando el daño del elemento, recordando que se empleó material arcilloso en su estado plástico, situación que ratifica el cuidado a tener.

5.4. Ensayar casetones

Con el fin de recopilar datos de interés investigativo, los elementos elaborados son valorados mecánicamente mediante el método de ensayo para determinar la resistencia del concreto a la flexión, utilizando una viga simple con carga en los tercios medios, según lo estipulado en la Norma Técnica Colombia NTC 2871.

Como en nuestro país no está normatizada la tierra para su utilización como material de construcción, hacemos uso de normas y ensayos estandarizados de otros materiales avalados con el fin de obtener datos que nos faciliten las investigaciones.



Figura 11. Ensayo a flexión. Fuente: O. Hurtado y J.A. Cárdenas.

ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS CARGA EN LOS TERCIOS DE HORMIGÓN				
RESULTADOS DE ENSAYOS				
	1	2	3	4
Longitud en mm	595	592	590	590
Ancho en mm	260	260	265	263
Espesor en mm	90	95	93	90
Peso en Kg	22	19,5	20	21
Distancia entre ejes de apoyo en mm	500	500	500	500
Carga de rotura máxima en KN	2,6	3,36	2,95	2,85
Carga de rotura máxima en Kg	264,77	342,83	300,82	290,62
Módulo de rotura en Kg/cm ²	12,57	10,96	13,7	12,01
Módulo de rotura en PSI	178,78	155,82	194,35	170,82
Módulo de rotura en Mpa	1,23	1,07	1,34	1,17

Tabla 1. Resultados de ensayos. Nota: La pequeña desviación entre las dimensiones de los casetones elaborados, radica en la capacidad de retracción por secado del material. Fuente: Lab. de resistencia de materiales U.F.P.S.

5.4.1. Realizar ensayo a flexión

Mediante los parámetros indicados en la norma NTC 2871, los cuatro (4) elementos elaborados “Casetones” se someten a ensayo de flexión en la maquina IBERTEST con fecha de calibración del 2 de marzo del 2017. Los ensayos fueron realizados en el laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad Francisco de Paula Santander sede Cúcuta.

6. Conclusiones

Con la puesta en marcha y ejecución del anterior proyecto se evidencia la nobleza de

nuestra madre naturaleza que no deja nada al azar, enseñando las bondades de los materiales naturales que aún terminado su ciclo de vida útil, luego de darnos alimento, siguen prestos a su aprovechamiento como material para diferentes usos.

La paja del arroz, a la que comúnmente llamamos residuo vegetal, demostró con resultados positivos que al ser mezclada con tierra arcillosa, luego de un proceso económico y sencillo de humedecimiento, puede llegar a soportar cargas considerables, abriendo camino, a paso lento, para llegar a ser un material considerado de uso alternativo entre

los materiales industrializados. Las fibras vegetales, siendo objeto de estudio en distintas investigaciones, han demostrado mejorar las propiedades mecánicas de las mezclas o elementos elaborados con materiales naturales, es por tal razón que se convierten en materiales indispensables para los diseños en este tipo de composición.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Servicio Nacional del aprendizaje SENA Regional Norte de Santander Centro CIES, a la Universidad Francisco de Paula Santander sede Cúcuta y a todos nuestros aprendices y estudiantes investigadores que son el futuro de Colombia.

Bibliografía

Bianconi Bailez, M. S. (Agosto de 2011). La madera auxiliar en la construcción y su huella ecológica; caso de la superficie de contacto de la tarima. *Acta Universitaria*, 21(2), 7.

Juarez Alvarado, C. A. (2002). *Concretos Base Cemento Portland Reforzados con Fibras Naturales*. Mexico, Mexico.

Núñez Zorrilla, M. D. (04 de 04 de 2011). *ARQUITECTURA VERNÁCULA Y COLONIAL DOMINICANA*. Recuperado el 22 de 04 de 2018, de ARQUITECTURA VERNÁCULA Y COLONIAL DOMINICANA: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13560/N%20%20ez_Mdel%20Pilar_Tesina.pdf?sequence=1

Revista Semana. (19 de Agosto de 2017). Así depredan los bosques en Colombia. *Revista Semana*, pág. 1.

Rocha, M., & Jove, F. (2015). *Técnicas de Construcción con Tierra*. (F. Jorge, Ed.) LISBOA, PORTUGAL: ARGUMENTUM.

Romero Ramos, C. (Noviembre de 2016). *Pontificia Universidad Católica del Perú*. Recuperado el 21 de 04 de 2018, de file:///C:/Users/oswaldo/Downloads/ROMERO_CHRISTIAN_DISE%C3%91O_VIVIENDA.pdf:

Sanchez Gama, C. E. (2005). Características físicas y habitabilidad del adobe en el altiplano cundiboyacense. *Apuntes*, 20 (2).

Sanchez Gama, C. E. (2007). La arquitectura de tierra en Colombia, procesos y culturas constructivas. *Apuntes*, 20 (2), 242.255.

SIACOT. (2014). Arquitectura de Tierra: Patrimonio y sustentabilidad en regiones sísmicas. En SIACOT, *Arquitectura de Tierra: Patrimonio y sustentabilidad en regiones sísmicas* (pág. 261). San Salvador, El Salvador: Imprimatic S.A de C.V.

Velasco Roldan, L., & Et all. (Diciembre de 2015). Potencial de aprovechamiento de la biomasa vegetal como aislamiento en climas extremos del Ecuador. *Enfoque UTE*, 6(4), 23-41.

Citas y notas

***Oswaldo Hurtado Figueroa**. Tecnólogo en Construcción. Instructor de Construcción, Obras Civiles y Construcciones en Guadua. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios C.I.E.S, Regional: Norte de Santander. Ciudad: Cúcuta. País: Colombia. Grupo de investigación: GINDET. Líder: semillero investigación de Bioconstrucción- SIBIO. Email: ohurtado8@misena.edu.co / oshurtado@hotmail.com / Tel: 0057-75-829990 Ext 72672 – 72572 / Tel Personal: 314-3026758

Javier Alfonso Cárdenas Gutiérrez. Ingeniero Civil. Director plan de estudios de Ingeniería Civil. Universidad Francisco de Paula Santander, UFPS. Ciudad: Cúcuta. País: Colombia. Grupo de investigación: GITOC. Email: javieralfonsocg@ufps.edu.co. Tel: 0057-75776655 Ext 118. Tel personal: 3208664334.