



**Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI**

Innovación en las facultades de ingeniería:
el cambio para la competitividad y la sostenibilidad

Centro de Convenciones Cartagena de Indias

4 al 7 de octubre de 2016



DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL CARTÓN RECICLABLE PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE VIVIENDAS PREFABRICADAS

**Edna Yulitza Parra Anacona, Yuly Katherine Alfonso Cardozo, Ingrid Brigette Martínez Mayorga,
Alexander Reyes Moreno**

**Universitaria Agustiniiana
Bogotá, Colombia**

Resumen

En la actualidad Colombia es agobiado por varias dolencias comunes a países en vía de desarrollo, entre éstas se presentan corrupción, violencia, pobreza e inequidad entre otras, es así como la nación lidera en el segundo puesto del ranking de países más inequitativos en América Latina y ocupa el séptimo puesto a nivel mundial según la clasificación del Banco Mundial promulgada en marzo del presente año.

Sin embargo es de resaltar que el producto interno bruto del país, supera por mucho al de países que se encuentran por encima en la escala mundial. Es el caso de Honduras; país que cuenta con el puesto número uno de inequidad en América Latina y sexto a nivel mundial cuyo PIB es diez veces menor al de Colombia; esto indica que la inequidad en Colombia es uno de sus mayores flagelos.

Es así como se presenta un 28.7% de población colombiana bajo la línea de pobreza y un 7.9% bajo la línea de pobreza absoluta, sumado a más de \$1.600.000 cop desplazados quienes viven bajo la línea de pobreza absoluta, (según informes del DANE).

Teniendo en cuenta todo lo anterior, este proyecto busca generar soluciones a la problemática específica de viviendas dignas, accesibles a todas las poblaciones vulnerables del país. Estas viviendas buscan ser autosustentables, desarrolladas a través de elementos amigables con el medio ambiente específicamente cartón reciclable.

Palabras clave: inequidad; poblaciones vulnerables; auto-sostenibilidad

Abstract

Today Colombia is burdened by several common ailments to countries in the developing world, among them corruption, violence, poverty and inequality among others are presented, so as the nation heads into second place in the ranking countries most unequal in Latin America and it ranks seventh worldwide according to the World Bank classification promulgated in March this year.

No clutch is noteworthy that the gross domestic product, far exceeds that of countries that are above the global scale. This is the case of Honduras; country with the number one spot of inequality in Latin America and sixth globally whose GDP is ten times lower than in Colombia; this indicates that iniquity in Colombia is one of the greatest scourges.

Thus presented 28.7% of Colombia's population under the poverty line and 7.9% below the absolute poverty line, plus more than \$ 1,600,000 cop displaced people living under the absolute poverty line (according to reports DANE).

Given the above, this project seeks to generate solutions to the specific problems of decent, accessible to all vulnerable populations in the country housing. These homes seek to be self-sustaining, developed through friendly elements in environment specifically recyclable cardboard.

Keywords: *inequality; vulnerable populations; self-sustainability*

1. Introducción

Debido al alto porcentaje de inequidad, violencia, injusticia y pobreza presente en Colombia; es necesario generar proyectos desde todos los ámbitos, que permitan generar soluciones reales que impacten positivamente a las comunidades vulnerables sumergidas en estas tragedias. Es así como este proyecto de investigación busca desarrollar una vivienda sostenible a partir de los tubos de cartón y otros materiales reciclables mediante el concepto de eco innovación.

A demás de las problemáticas mencionadas con anterioridad, en el país se presentan diversos fenómenos que conducen a la falta de opciones para adquirir una vivienda digna por parte de las clases bajas y medias de la sociedad las cuales no se encuentran dentro de las comunidades vulnerables analizadas anteriormente.

Se tiene en primer lugar la informalidad laboral la cual según (Informe de tendencias Mundiales del Empleo 2013) generado por la OIT (Organización internacional del Trabajo), Colombia se encuentra posicionado en el

cuarto puesto en informalidad laboral de la región, después de países como Bolivia, Perú y Paraguay. Según el Ministerio de Trabajo la informalidad laboral para este periodo corresponde al 68% cifra que increpo la OIT ya que ésta presenta una cifra cercana al 80%. “Lo que indica que más de la mitad de los ocupados del país trabajan por su propia cuenta en labores de baja producción económica y sin recibir beneficios como salud y pensiones” (OIT-2013), sumado a esto se tiene las políticas estatales aplicadas en las últimas décadas las cuales generaron una desprotección hacia los trabajadores colombianos así como la alta tasa de desempleo, las cuales han concluido en una inestabilidad laboral para la población trabajadora, la cual se ha visto imposibilitada a sanear sus necesidades básicas como alimentación, salud, educación y mucho menos vivienda. Sumado a lo anterior se genera la problemática de la burbuja inflacionaria de precios, de la cual ha advertido en múltiples ocasiones el Banco de la República, así como las altísimas tasas de interés generadas por las entidades bancarias para los créditos hipotecarios los cuales en términos generales se realizan a 15 años esclavizando a las familias colombianas. Es así como se evidencia en forma los altos precios por metro cuadrado, los cuales pueden alcanzar hasta los “14 millones de pesos colombianos, y esto no solo se ve en estratos altos, estos precios también llegan a los estratos medios y bajos de la ciudad, donde el metro cuadrado llega a alcanzar 1 millón de pesos colombianos” (Ávila, Montoya, Rojas, Cañón y Aragón, 2015).

Todo lo anterior se enmarca en la práctica inexistencia de desarrollo sostenible por parte de los proyectos de construcción existentes en la actualidad en el país.

2. Problema de investigación

Teniendo en cuenta las diversas problemáticas que presenta Colombia y la urgencia del desarrollo de propuestas que permitan solucionar éstas se genera la siguiente pregunta de formulación:

¿Cómo generar alternativas de viviendas dignas y de fácil acceso tanto a comunidades vulnerables, como a los estratos socio-económicos bajos y medios, que introduzcan el concepto de eco-innovación?

3. Justificación

El proyecto de investigación busca beneficiar a personas de escasos recursos y en condiciones de vulnerabilidad por medio de viviendas sustentables a base de tubos de cartón; ya que se obtendrán a precios más asequibles, no solo estas personas serán beneficiadas si no toda la comunidad puesto que se ayudará con el desarrollo sostenible impactando relevantemente en la calidad de vida de las familias, así como de las comunidades.

A través de esta iniciativa se aprovechará el alto nivel de consumo que presenta la sociedad actual, generando una mitigación en los desperdicios sólidos que se generan gracias a éste fenómeno, de esta forma la materia prima utilizada para la construcción de estas viviendas procederá de recursos reciclables.

Así mismo se pretende generar una alternativa digna que cumple con criterios de calidad internacionales para la adquisición de vivienda a personas de estratos socioeconómicos 1, 2 y 3 del país; que han visto frustrado su sueño de adquirir este bien ya sea por la inestabilidad laboral en la que se encuentran sumergidos, así como en la incapacidad de contar con un crédito hipotecario tanto por las altas tasas de interés, largas duraciones y dispendiosos requisitos para el otorgamiento del crédito con los que muy pocas familias cuentan.

A través de la aplicación de los tubos de cartón como materia prima en esta propuesta, se generará una optimización de costos, tiempo y productividad, viéndose reflejado ante los beneficios y los incrementos con un margen de utilidad esperado; esta experiencia ha permitido congregar los conceptos de innovación, tecnología y desarrollo sustentable con el fin de generar un producto que cuente con la calidad exigida internacionalmente.

4 Marco teórico

En la actualidad es importante reflexionar sobre la fuerza e incremento de proyectos en busca de soluciones a problemas sociales, generando consigo incrementos económicos, competitivos, socio económico y organizacional; en el cual se verá notablemente la implementación de la metodología Kaizen. Llegando con esto a diversas metas como brindar incentivos a personas de escasos recursos, disminuir la pobreza extrema, mejorar la calidad de vida de las personas y consigo la estabilidad económica de la sociedad.

Por otro lado, el sector seleccionado para la realización del proyecto es Funza, Madrid y Mosquera, Cundinamarca, (véase en la figura 1); cabe resaltar que la Sabana de Occidente se ha posicionado de forma competitiva, por la cantidad de industrias instauradas en este sector, de esta forma, permite el desarrollo a actividades productivas y el aumento innumerable de viviendas con mayor calidad de vida.

Cabe señalar que con anterioridad el proyecto de casas de cartón ha sido puesto en marcha, (Ban S. 2014), y gano el nobel en arquitectura por la realización de un museo con este material, teniendo infinitos proyectos exitosos, se ha demostrado la confiabilidad y estabilidad de este material para la construcción de viviendas.

De la misma forma existen diferentes patentes en Colombia con proyectos similares, con elementos sustentables. Teniendo en cuenta el nivel práctico de la investigación Se presenta a continuación el objetivo de estudio.

5. Objetivos de estudio

Realizando rigurosos procesos de investigación en los laboratorios de la Universitaria Agustiniiana para dar constancia y confiabilidad a la materia prima, se han analizado los diferentes factores para la

impermeabilización, durabilidad y resistencia. De este modo, el propósito de esta investigación está motivando en:

- Identificación de necesidades en el área habitacional de las comunidades vulnerables.
- Análisis y aprovechamiento de recursos y servicios de dichos municipios.
- Determinación y expectativas de la población objeto.
- Generación de procesos de recolección de residuos sólidos, tales como: (cartón, botellas peps, plásticos, entre otros).

Por otro lado, desde el nivel metodológico, se están llevando a cabo las diferentes directrices estipuladas y orientadas por procesos industriales y dirigido a nuestro objetivo principal considerado por la recolección de datos y el análisis de los diferentes procesos y consigo los resultados, para lograr tal fin se realizarán diferentes pruebas de laboratorio; estas se evidenciarán en guías prácticas en las cuales se observará el paso a paso del desarrollo del proyecto.

Principalmente los aportes expuestos en este proyecto, abren enormes posibilidades de mejoramiento continuo para y con la comunidad puesto que la recolección y suministro de este material será una actividad conjunta en los diferentes barrios de la Ciudad de Bogotá D.C. principalmente en el barrio Alquería la Fragua, llevando a cabo su respectivo control y manejo de inventarios, disminuyendo costos y fomentando desarrollo sostenible.



Figura 1. Municipios de Madrid, Mosquera y Funza, Cundinamarca. Fuente: Universidad del Rosario. (Marzo de 2011). Plan de competitividad de la provincia de Sabana Occidente (No. C-40 de 2010). Recuperado de: http://www.urosario.edu.co/urosario_files/c7/c75acb75-be29-49c8-8e50-f45bd4f96169.pdf

6. Resultados o avances

- Durante una primera experimentación, basada en la información recopilada a través de diferentes fuentes científicas se mezclaron dentro de un recipiente de vidrio cumpliendo con las normas de seguridad, Acetona con Icopor (poli estireno), logrando así la obtención de una masa - que en su momento puede parecer a la textura de la goma masticable, la cual se implementará como un primer recubrimiento en un trozo de cartón (ver gráfico 1).
- Al usar este tipo de polímero se logra una reducción significativa de los niveles de contaminación al medio ambiente, debido a las toneladas de desperdicios que generan las empresas y las personas en general.



Gráfico 1. Experimentación en el laboratorio. Elaboración Propia

- Se Realizaron las siguientes muestras de laboratorio (ver gráfico 2):
 - Biopolímeros con almidón de yuca, papa y maíz.
 - Polímero con acetona, thinner y gasolina.
 - Ftalato (anhidrido ftalico y trietanolamina).
 - Gliptal monoester.



Gráfico 2. Practica de laboratorio 1. Elaboración Propia

- Como resultado de estas pruebas de laboratorio, se concluye que los mejores resultados se obtienen con el recubrimiento de:
 - Gasolina y polietileno.
 - Acetona y polietileno.

La gasolina y el polietileno, se sometieron a pruebas de tenacidad, flexibilidad y tensión longitudinal; dando como resultado que soporta 2450 gr; 17,5 N; en un tiempo de 5 min.

De igual forma la acetona se sometió a las mismas pruebas, dando un excelente rendimiento; resistiendo 17,5 N y 2450 gr en los mismos 5 min (ver gráfico 3).



Gráfico 3. Practica de laboratorio 3. Elaboración Propia

7. Conclusiones

- Se logró definir las características físicas, químicas y mecánicas del panel de tubos de cartón (materia prima), mezclados con diversas sustancias; en donde el tubo de cartón cubierto por acetona representa a la mejor opción para convertirse en la base fundamental del desarrollo de las construcciones.
- El desarrollo del proyecto ofrece una alternativa digna de vivienda a las comunidades vulnerables, solucionando uno de los puntos críticos como lo es condiciones de vivienda en condiciones insalubres, sin planeación, sin acceso a servicios públicos básicos entre otros.
- Se generó una solución para mitigar la problemática que enfrenta la población de estratos 1,2 y 3 que no cuentan con un trabajo estable, o no cumplen con los requisitos para acceder a créditos hipotecarios.
- Una de las proyecciones más importantes de este proyecto se refiere a la disminución del porcentaje de vivienda informal, la cual demerita a un más las condiciones de vida de las poblaciones vulnerables. Así

como la generación del empoderamiento de las comunidades y la formación del tejido social con formas de inclusión y pertenencia.

8. Referencias

Artículo de revista

- Carrillo, M. Castillo, J. Pech M. Madera E. y C, N. (2008). Este Blog contiene información acerca de las Casas Ecológicas, también conocidas como Eco-casas y Eco-viviendas, así como temas de medio ambiente y como cuidarlo. Todo relacionado con la Ingeniería, que transforma nuestro alrededor y ayuda a conservarlo. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <http://casas-ecologicas.blogspot.com.co/>.

Fuentes electrónicas

- Arquitectura sustentable: Materiales de construcción ecológicos arquitectura. Noticias de arquitectura. México. Recuperado de: <http://noticias.arg.com.mx/cgi-bin/search.cgi?bool=and&limpio=1&substring=0&mh=25&sb=Prioridad&so=DESC&Keywords=Shigeru+Ban>.
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (24 de diciembre de 2009). Ejecución del Programa 21 y del Plan para su ulterior ejecución, y aplicación de los resultados de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible. Recuperado de: <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/64/236>.
- Ávila, S. Montoya, A, Rojas, G. Cañón, P. A y Aragón. M. (2015, 18 de septiembre) ¿Qué está pasando con el precio de la vivienda en Bogotá? Noticias RCN. <http://www.noticiarscn.com/nacional-bogota/esta-pasando-el-precio-vivienda-bogota>.
- Combeau, G. y Martínez, C. (2014). Vivienda de emergencia hecha con tubos de cartón. El Tiempo. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <http://www.utadeo.edu.co/es/noticia/tadeo-en-los-medios/diseo-industrial/44/disenadora-tadeista-en-ekotectura>.
- Déficit de vivienda en Colombia (2007). Universidad del Rosario. Recuperado de: <http://www.urosario.edu.co/Universidad-Ciencia-Desarrollo/ur/Fasciculos-Anteriores/Tomo-II-2007/Fasciculo-11/ur/Deficit-de-vivienda-en-Colombia/>.
- El arquitecto de papel. (2014, 5 de abril). Revista Semana, Colombia. Recuperado de: <http://www.semana.com/cultura/articulo/shigeru-ban-el-arquitecto-del-papel/382576-3>.
- Universidad del Rosario. (Marzo de 2011). Plan de competitividad de la provincia de Sabana Occidente (No. C-40 de 2010). Recuperado de: http://www.urosario.edu.co/urosario_files/c7/c75acb75-be29-49c8-8e50-f45bd4f96169.pdf.

Sobre los autores

- **Edna Yulitza Parra Anacona:** Estudiante Facultad de Ingeniería, Programa Ingeniería Industrial, Universitaria Agustiniana. edna.anacona@hotmail.com
- **Yuly Katherine Alfonso Cardozo:** Estudiante Facultad de Ingeniería, Programa Ingeniería Industrial, Universitaria Agustiniana. katherinealfonso140@gmail.com
- **Ingrid Brigitte Martínez Mayorga:** Estudiante Facultad de Ingeniería, Programa Ingeniería Industrial, Universitaria Agustiniana. brilly-11@hotmail.com
- **Alexander Reyes Moreno:** Ingeniero Industrial, Master en Administración de Empresas con Especialidad en Gestión de la Calidad, Seguridad y Medio Ambiente, Master en Administración Ambiental. Estudiante Doctorado en Ciencias Económicas y Administrativas. Profesor titular. areyes946@hotmail.com

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2016 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)