

Uso de la cáscara de maní en paneles prefabricados para viviendas de interés social en Manabí.

Use of peanut shells in prefabricated panels for social housing in Manabí.

Roberth William Zambrano De La Torre ⁽¹⁾

Gema Stefany Barreiro Mendoza ⁽²⁾

¹Instituto Superior Tecnológico Portoviejo, Manabí. Ecuador. zoberthwilliam@itsup.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5450-5037>

²Instituto Superior Tecnológico Portoviejo, Manabí. Ecuador: stefanybarreiro@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9661-9761>

Contacto: zoberthwilliam@itsup.edu.ec

Resumen

El presente trabajo en carácter de investigación de pre-factibilidad estudia la posibilidad de implementar un sistema de paneles no portantes como mampostería insertando en su elaboración el residuo agrícola “cáscara de maní” como material de relleno en su mortero dentro de una distribución espacial definida y aprobada como vivienda de interés social según los organismos normativos ecuatorianos sin cambiar su funcionamiento estructural. Esto con la doble finalidad de probar la factibilidad de industrialización en viviendas de interés social con ejecución en obra, fuerza de trabajo local y al mismo tiempo potenciar los criterios de sostenibilidad ecológica en la construcción de las viviendas de interés social con sistemas que tengan acogida por la población manabita. Se presenta un sistema de paneles de 50x50 con doble bisel de resistencia del bloque tipo B con un costo de 0.40 ctvs./unidad con reemplazo de chasqui fino por cáscara de maní al 10%. La percepción de lo profesionales de la construcción fue generalmente positiva luego de la encuesta realizada vía formulario de Google form, siempre y cuando no se afecte el comportamiento estructural de la vivienda y los acabados se mantengan visualmente.

Palabras Clave: viviendas de interés social, costos de construcción, materiales de construcción, cáscara de maní, economía popular

Abstract

The present work, as a pre-feasibility investigation, studies the possibility of implementing a system of non-bearing panels as masonry, inserting in its elaboration the agricultural residue

<https://www.itsup.edu.ec/sinapsis>



"peanut shell" as filler material in its mortar within a defined spatial distribution and approved as housing of social interest according to the Ecuadorian normative organisms without changing its structural operation. This with the dual purpose of testing the feasibility of industrialization in low-income housing with execution on site, local labor force and at the same time promoting the criteria of ecological sustainability in the construction of low-income housing with systems that are welcomed by Manabi population. A system of 50x50 panels with double bevel of block type B resistance is presented at a cost of 0.40 cents./unit with replacement of fine snap by peanut shell at 10%. The perception of construction professionals was generally positive after the survey carried out via Google form, as long as the structural behavior of the home is not affected and the finishes are visually maintained.

Keywords: social interest housing, construction costs, construction materials, peanut shells, popular economy

Introducción

El déficit de vivienda en Ecuador afecta hoy a más de 1,7 millones de hogares. La causa principal es la asequibilidad de la misma. Es decir, estos hogares carecen de la capacidad económica para acceder a una unidad de vivienda adecuada o a créditos hipotecarios para tal fin (Chang, 2017). La causa principal del déficit de vivienda es la disparidad entre ingresos de los hogares y los costos de la vivienda. Un hogar ecuatoriano promedio necesita ahorrar aproximadamente cien salarios básicos unificados netos para comprar una vivienda; hecho que en los hogares más pobres es difícil de considerar.

La pobreza en las zonas urbanas, así como, en las zonas rurales se caracteriza por un sin número de carencias que interactúan en mayor o menor medida, entre las que se encuentran, condiciones de desigualdad que se estructuran por la segregación social, la discriminación y la violencia, que limitan al acceso de bienes y servicios. Se presenta la necesidad de aplicar un nuevo material de construcción, que contribuya a abaratar los costos de una vivienda de buena calidad, es por ello, que se ha considerado la implementación de las cáscaras de maní. La cáscara de maní cuando es consolidada con los otros materiales tiene una resistencia igual a la de un ladrillo tradicional y es más liviano, las alternativas de pre fabricación aplicadas localmente responden a paneles de grandes dimensiones que implican solo a ciertas empresas mayores que las distribuyen e instalan ya que se necesita equipo especial para que su instalación tenga un rendimiento adecuado como lo son los paneles prefabricados de hormigón que presentan pesos de aproximadamente 120 kg dependiendo del distribuidor (Pineda, C, Medina, & Giraldo, 2017).

<https://www.itsup.edu.ec/sinapsis>



La cáscara es una vaina leñosa de geometría cóncava, su espesor varía de 0,5 a 1 mm. Las cáscaras son difícilmente deteriorables en su exposición al exterior, por su alto contenido de lignina y bajo contenido de nitrógeno. Por estas características brinda pocas posibilidades para actuar como abono o mejoradores de suelos. La parte externa de la cáscara natural de maní es estriada con estructura de celdas, parece una superficie muy delgada y frágil, que se despega con facilidad. Por debajo existe una red, similar a una malla la cual soporta a la primera capa. Esta estructura de hilos que forman la malla está ligada a la capa interna, sobre la que deja huella. La capa interna es de apariencia más porosa.

Aislamiento térmico

Extendiendo el análisis de la obra de (Neufert, 1995), podemos referenciar que la confortabilidad protege al hombre del calor excesivo o del frío riguroso, ahorrar energía de calefacción y/o aire acondicionado. Evitar daños en la construcción producidos por movimientos de origen térmico o, sobre todo, por la condensación del vapor de agua, a causa de un aislamiento térmico insuficiente o erróneamente colocado.

Aislamiento acústico

Indagando en la obra de (Neufert, 1995), podemos exponer que el aislamiento acústico son todas aquellas medidas que reducen la transmisión acústica desde un foco emisor hasta el receptor, aunque no siempre es posible evitarla por completo.

Historia de la aplicación de la cáscara de maní en la construcción

En el 2002 comenzó la investigación con cáscaras de maní para su implementación en el sector de la construcción de viviendas iniciando de esta forma posibilidades de desarrollo de materiales no convencionales y así formar parte del reciclado post industrial de cáscara de maní (Calderón, Dini, & Stumpo, 2016).

Argentina ha llevado a cabo un proyecto para la elaboración de ladrillos, bloques y paneles de cáscaras de maní, y, después de hacer un comparativo con varios materiales llegaron a un material que, combinado con adhesivos, se convirtió en placas livianas y aislantes para colocar en cielorrasos con muchas virtudes, entre ellas su bajo peso, su buena capacidad como aislantes térmicas, y su gran aplicabilidad en el acondicionamiento de viviendas (Basurillas, 2016). En México en el año 2015, el Estado de Chiapas empezó a elaborar los ladrillos a base de cáscara de maní este proyecto fue presentado en el evento ciudad de emprendimiento. También, se ha

realizado experimentos con cáscaras de maní y resina poliéster, aplicadas en la elaboración de paneles. En el Ecuador no se registra información de la reutilización de la cáscara de maní como materia prima.

Uso de la cáscara de maní para la elaboración de paneles

Agregado de alta porosidad y suficiente rigidez, otorgadas por sus partículas fibrosas. Consecutivamente, las características principales de este nuevo material son su bajo peso y buena aislación térmica, que lo hace apto para elementos de cerramientos verticales y horizontales. El uso de este desecho en el sector de la construcción es limitado. En Córdoba, la Universidad Nacional de Río Cuarto, se ha elaborado paneles aglomerados mixtos con virutas de madera y cáscara de maní. El pegante usado era de tipo fenólico.

Con un 30% de maní se obtenían resultados óptimos, los paneles pueden compararse con las actuales maderas aglomeradas por sus propiedades (Calle, 2015). Estos paneles fueron empleados en la implementación de un cielo raso, con muy buenas propiedades térmicas y de buen aspecto. Las placas fueron de 43 cm de ancho por 160 cm de largo y 4,5 cm de espesor, fueron fijadas al techo mediante perfiles metálicos y colocadas sin revestimiento. Es un elemento liviano, poroso y rígido, con similares características a los paneles de madera industrial, tales como placas de aglomerados fenólicos elaborados con virutas o astillas de madera. Por consiguiente, sería posible proveer al mercado de componentes de construcción competitivos por sus características.

Los procesos de industrialización en obras civiles aumentan los rendimientos de construcción ya que en

la mayoría de los casos se obtienen puestas en obra con tiempos menores en la misma cantidad de unidad ejecutada, en sistemas de paneles portantes se evidencian disminuciones de hasta el 50% en comparación con sistemas tradicionales (Páez & Gabriela, 2014). En general las construcciones que implementan sistemas pre fabricados presentan también mejoras en el control de calidad de los materiales debido a la practicidad de tener ambientes controlados o fábricas (Mahecha, 2013).

Análisis del ciclo productivo

El análisis del Ciclo productivo para efecto del desarrollo del presente trabajo lo vamos a plantear desde dos perspectivas:

1. Ciclo productivo del maní como materia prima de innovación.
2. Ciclo productivo de la placa prefabricada o ladrillo a partir de la incorporación del maní como parte de la materia prima y que aporta al desarrollo de un sistema industrializado.

El maní es una Oleaginosa originaria de regiones tropicales de América del Sur, su producción contribuye al desarrollo agrícola e industrial de los países donde se cultiva. En el Ecuador no ha tenido un adecuado desarrollo, ya que su producción se ha constituido en una actividad de tipo familiar. De acuerdo a datos referenciados, por el INIAP, la producción media anual es de 13 a 20 qq x hectárea, la misma que se queda en el país y no alcanza para cubrir la demanda interna.

máxima de 1250msnm; las temperaturas óptimas para su cultivo oscilan entre 25 y 30 °C, es una planta tolerante a la sequía, sin embargo, para una producción comercial requiere de una precipitación entre 500 y 1000mm.

A continuación, se detallan las etapas del ciclo productivo del maní.

#	ETAPAS	DESCRIPCIÓN
1	Preparación del Suelo	El suelo debe estar suelto y aireado, para facilitar la siembra de las semillas (pedúnculos fructíferos) para disminuir pérdidas en la fase de cosecha. Es necesario realizar un pase de arado y dos de rastra.
2	Distancias de siembra	Dependiendo de la variedad, se recomienda que la siembra se realice a espaciamientos de 0,40x0,40 m(en cuadro) y a una profundidad de 3 a 5 cm, colocando entre 2 a 3 semillas por sitio.
3	Rotación de Cultivos	Tomando en cuenta que como planta leguminosa aporta nitrógeno al suelo, es aconsejable rotar el cultivo con una gramínea como el maíz, ya que este proceso ayuda a mejorar las propiedades físicas del suelo.
4	Riego	A pesar de que el maní es una planta muy resistente a la sequía, necesita humedad en la fase de floración y formación de frutos, por lo que se recomienda, 6 riegos de auxilio distribuidos en 8-15-25-35-50 y 65 días después de la siembra, dependiendo de las características del clima y del suelo.
5	Fertilización	El cultivo de maní no exige fertilización, ya que el rastrojo que queda de los cultivos anteriores, contribuye como nutrientes.
6	Control de malas Hierbas y enfermedades	Los nuevos conceptos de manejo integrado, que implica la combinación de diferentes labores de cultivo, contribuyen a un manejo integrado de malezas, ya que hay un aprovechamiento al máximo de las nutrientes disponibles del suelo. Otros mecanismos es la utilización del control químico, que en cambio son una opción pero que afectan la salud de los trabajadores y el medio ambiente.

7	Cosecha	La cosecha se realiza entre los 90 y 100 días posteriores a la siembra, presentando ciertas características como un follaje amarillento, la semilla tomo un color rosado, la cáscara del fruto es muy visible, etc. A partir de estas señales las plantas son arrancadas y expuestas al sol, cuando se seca su follaje y vaina, las semillas están secas y listas para el despique y descascarado a mano o a máquina.
---	---------	---

Ciclo productivo de la placa prefabricada o ladrillo a partir de la incorporación del maní como parte de la materia prima y que aporta al desarrollo de un sistema industrializado.

Para la fabricación de los paneles propuestos se considera el diseño de paredes de hormigón prefabricadas (un sistema probado y aceptado en Manabí-Ecuador) con la novedad de introducir cáscara de maní en un reemplazo del 5% del chasqui, en experiencias previas de bloques de hormigón se han alcanzado resistencias a la compresión 148,47kg/cm² y un alivianamiento del 5% con respecto del bloque tradicional, en elementos portantes (Rosero Rios, 2018).

#	ETAPAS	DESCRIPCIÓN
1	Extracción de la materia prima (cascara de maní)	Es el proceso de descascarado donde se separa el fruto de la cáscara, y esta última, considerada desecho se convierte en materia prima para la elaboración de ladrillos.
2	Preparación de la materia prima	Esta preparación consiste en un proceso de limpieza de la cáscara, en primera instancia es dejada a la intemperie por un espacio de 24 horas como máximo, para efecto de que la materia orgánica adherida se descomponga. Luego ésta es colocada en un recipiente con agua dejándola reposar durante ½ hora, repitiéndose este proceso por 2 ocasiones más, con el objetivo de desechar impurezas que puedan afectar las propiedades del mortero.
3	Proceso de elaboración de las placas	Seleccionada la materia prima (cáscara de maní), junto a los otros componentes, cemento, chasqui, arena y agua, se procede a hacer la mezcla para el fundido de la placa, considerando proporciones adecuadas que garanticen la resistencia adecuada.
4	Mezclado	definidas las cantidades de cada uno de los componentes se procede a realizar una mezcla homogénea, cada material será colocado uno tras otro, en el siguiente orden: cemento, chasqui, arena y la cáscara de maní, se mezclan primero en seco para luego proceder a incorporar el agua de a poco sin dejar de revolver hasta obtener la mezcla deseada.

5	Moldeado	Moldes metálicos con las medidas requeridas para la placa deseada, colocados en una maquina similar a la de los bloques. comunes, debidamente engrasados para evitar el desprendimiento a la hora de desmoldar, luego se hace el llenado de moldes con el debido compactado a fin de evitar vacíos.
6	Secado y Curado	para el proceso de secado y curado solo necesita ubicarlo en un lugar fresco bajo sombra, para evitar pérdida de humedad por evaporación.
7	Manejo.	las placas deben manipularse con cuidado, no ser lanzadas, para evitar afectar su forma final, se recomienda el uso de carretillas o montacargas para transportarlos de un lugar a otro de manera agrupada.
8	Almacenaje	Se puede almacenar en filas y sobre pallets, no es recomendable despacharlo antes de haber cumplido 3 días, es preferible su despacho después de 8 días de fundido para que se encuentren con la resistencia apropiada.

Tipología base de vivienda de interés social

A continuación, la distribución arquitectónica de la tipología a la cual se propone implementar el sistema con panel:

Planta arquitectónica

El diseño arquitectónico de la vivienda analizada en el proyecto cuenta con los siguientes espacios: dos dormitorios, un baño, sala, comedor y cocina siempre cumpliendo con las medidas necesarias para el uso de una silla de ruedas.

Costos y programación

Para este tipo de investigación que buscan insertar nuevos sistemas de prefabricación los costos de acabados suelen no ser posibles de comparar con viviendas en sistemas tradicionales (Rodríguez Rios & Caballero, 2004). Los costos de cimentación y estructuras metálicas de soporte se conservan en relación el diseño de la tipología existente. De los análisis de precios unitarios que se obtuvo, el costo de un panel es de \$ 0.40/panel o \$1.60/m². En el caso de no utilizar cáscara de maní incrementa el 1 ctv./bloque. El mayor ahorro económico podrá existir al aumentar el rendimiento de puesta en obra debido que se calcula sería de aproximadamente del 20%.

Materiales y métodos

La investigación fue descriptiva, se fundamentó en una recopilación bibliográfica del ciclo productivo del maní, también fue utilizado este método para definir antecedentes ya probados estructurales y de confort térmico en elementos de hormigón con reemplazo en cáscara de maní, esto último debido al estado de emergencia vigente en el país que imposibilita el ensayo de materiales en laboratorio, se recopiló información empírica mediante una encuesta validada por expertos en la construcción, la misma que buscó obtener información real acerca del uso y conocimiento del material por parte de los profesionales para el análisis de viabilidad. El procesamiento y análisis de los datos se lo realizó en el software SPSS versión 25. Se utilizaron elementos visuales 3d para visualizar la forma del panel y su acabado en pared con y sin ventana. La población investigada fueron 3150 ingenieros civiles registrados en el respectivo colegio profesional, la muestra fue de 109, el nivel de significancia fue de $\pm 8\%$. El instrumento aplicado inició con la declaración del consentimiento informado de los colaboradores de la investigación. Los criterios de inclusión fueron: Ingenieros civiles agremiados en su colegio profesional. Los criterios de exclusión fueron Ingenieros Civiles agremiados que no estaban activos en la profesión y aquellos que no aceptaron el consentimiento informado. Los aspectos éticos considerados en la investigación fueron: Confidencialidad en la información, procesamiento de datos en software especializados y nivel de confiabilidad en la información. Los autores de la investigación declaran no tener conflicto de intereses.

Resultados

El instrumento utilizado se lo digitalizó en Google form, luego tomando la base de datos proporcionada por el Colegio de Ingenieros Civiles de Manabí, se lo difundió entre sus agremiados para que lo respondieran, el formulario fue cerrado con las primeras 109 respuestas que comprendía la muestra. A continuación, se presenta los datos obtenidos de la aplicación del instrumento.

N°	INDICADOR	f	%
1	Sí, conozco al menos un material	84	77.10
2	No conozco a cerca de algún material pueda ser usado en la construcción.	25	22.90
TOTAL		109	100

Tabla 1. Conocimientos sobre algún material reciclable que pueda ser usado en la construcción de viviendas.

Claramente se observa el elevado porcentaje de informantes que conocen materiales reciclables que se usan en la construcción, al ser una cifra tan elevada demuestra el alto interés que tienen las personas a temas referentes a la reutilización de dichos materiales, justificando de manera directa el presente estudio.

Tabla 2. Nivel de resistencia del ferro-cemento ante el sismo ocurrido el 16 de abril en el Ecuador, según experiencia de los profesionales de la construcción

N°	INDICADOR	f	%
1	Los desecha	45	41.30
2	Los guarda	15	13.80
3	Les da otro uso	49	45.00
TOTAL		109	100

Tabla 2. Uso que se le da a los materiales reciclados.

Se verifica la utilización que le da a las personas a los materiales reciclables, donde un poco más de la mitad de las personas encuestadas, consideran que les da otro uso a los materiales, es decir, les da otro uso a aquellos residuos, mientras que la otra parte de la población simplemente los desecha.

N°	INDICADOR	f	%
1	Sí, siempre y cuando los acabados se vean como la de una casa tradicional.	55	50.50
2	No, la vivienda no sería apta para mi familia	10	9.20
3	No sé, tendría que conocer cuánto tiempo duraría la vivienda	38	34.90
4	Sí, siempre y cuando sea regalada	6	5.50
TOTAL		109	100

Tabla 3. Consideración a cerca del uso de materiales reciclados en una vivienda otorgada por el estado.

La mitad de personas investigadas tienen una percepción de que si es recomendable construir una vivienda del estado con materiales reciclables siempre y cuando los acabados se perciban como si estuviesen en una casa tradicional, se puede apreciar que las personas le dan importancia a la vida útil que pueda tener dicha vivienda.

N°	INDICADOR	f	%
1	Si, si eso implica comprarla más barata	13	11.90
2	No, prefiero vivir en una vivienda de hormigón armado	11	10.10
3	No sé, tengo dudas de su resistencia en un terremoto	41	37.60
4	Sí, quiero que mi casa contamine menos que una casa tradicional.	44	40.40
TOTAL		109	100

Tabla 4. Aceptación de vivir en una casa elaborada con ladrillos que tengan material reciclado

La mayoría de las personas investigadas consideran que si les gustaría obtener una vivienda construida con ladrillos reciclados ya que así contaminaría menos al medio ambiente.

N°	INDICADOR	f	%
1	Muy de acuerdo	22	20.20
2	De acuerdo	32	29.40
3	Ni de acuerdo, ni desacuerdo	48	44.00
4	En desacuerdo	3	2.80
5	Muy en desacuerdo	4	3.70
TOTAL		109	100

Tabla 5. Conocimientos a cerca de una vivienda elaborada con material reciclado que cubra con los aspectos básicos en cuanto; a su estética, funcionalidad, seguridad y precio.

La tendencia de la mayoría de las respuestas fue que están indecisas a cerca de los aspectos básicos de una vivienda elaborada con materiales reciclables ya sea en su estética, funcionalidad, seguridad y precio, aunque según las respuestas proporcionadas por los investigados afirman que no descarta esa posibilidad.

Discusión

La vivienda propuesta ha sido escogida dentro de los prototipos aprobados por el MIDUVI del proyecto “Casa para todos”. Se mantiene la distribución espacial que cumple los lineamientos de la NEC Accesibilidad Universal. Se presenta un sistema de paneles que reemplazarían los bloques de hormigón que utiliza el diseño MIDUVI. En el diseño adaptado se estableció un sistema estructural a porticado con dos paredes portantes según lo indicado en las imágenes anteriores. Las paredes no portantes serían reemplazadas por el sistema propuesto. Las paredes portantes no pueden ser removidos ni tener aperturas.

Se ha considerado un diseño de panel de 0.50x0.50m² con un doble bisel que calce y grape en sus lados laterales con uso mínimo de mortero de pega, en el eje horizontal serán unidos con mortero de pega y con una resistencia mínima igual a la del bloque alivianado con chasqui de hormigón.

Argentina ha llevado a cabo un proyecto para la elaboración de ladrillos, bloques y paneles de cáscaras de maní, y, después de hacer un comparativo con varios materiales llegaron a un material que, combinado con adhesivos, se convirtió en placas livianas y aislantes para colocar en cielorrasos con muchas virtudes, entre ellas su bajo peso, su buena capacidad como aislantes térmicos, y su gran aplicabilidad en el acondicionamiento de viviendas (Basurillas, 2016). En México en el año 2015, el Estado de Chiapas empezó a elaborar los ladrillos a base de cáscara de maní este proyecto fue presentado en el evento ciudad de emprendimiento. También, se ha realizado experimentos con cáscaras de maní y resina poliéster, aplicadas en la elaboración de paneles. En el Ecuador no se registra información de la reutilización de la cáscara de maní como materia prima.

Conclusiones

Es factible socialmente la inserción de estrategias de industrialización en las viviendas de interés social en Manabí siempre y cuando se integren acabados que presenten aceptación previamente probada en la ciudadanía, así mismo el incluir materiales reciclados o escorias dentro de un elemento que aporta a la economía local abriendo nuevas maneras de utilizar residuos que normalmente son desechados. Existen diversos estudios que demuestran la factibilidad de cumplimiento de requisitos mínimos por normativa al añadir cáscara de maní en elementos no portantes. Los costos del panel no disminuyen por la adición de la cáscara de maní, más si presentan potencial económico al cubrir un área mayor en paredes que un bloque convencional.

Iniciar procesos nuevos de industrialización de la vivienda de interés social puede aportar al surgimiento de emprendimientos y nuevas líneas de negocios para los promotores inmobiliarios locales.

Bibliografía

Basurillas, M. (2016). *Ladrillos reciclados de plástico o cáscara de cacahuete*. Buenos Aires: Basurillas.

Calderón, A., Dini, M., & Stumpo, G. (2016). *Los desafíos del Ecuador para el cambio estructural con inclusión social*. Quito: Cepal.

Calle, M. (2015). *Hoja de papel a base de cáscara de cacahuete*. Ciudad de México: Muciza.

Chang, G. (2017). Tendencia del mercado de la construcción. *Catalunya - Universidad Politecnica de Catalunya*, 29-36.

Mahecha, C. (2013). *Paneles de plástico reciclado para muros divisorios en viviendas modulares prefabricadas*.

Neufert, E. (1995). *Arte de proyectar en arquitectura 14a Edición*. Barcelona, Reino de España, España: Gustavo Gili, S.A.

Páez, B., & Gabriela, M. (2014). *Sistema de albañilería avanzada prefabricada para cerramientos de fachadas como estrategia en la mejora de procesos de ejecución y transición hacia la prefabricación: Propuesta y validación de su posible aplicación en Ecuador*. Quito: Upcommons.

Pineda, C, S. J., Medina, P., & Giraldo, V. (2017). Sistema de unión para paneles prefabricados en concreto para muros perimetrales. *Ugc*, 1396-4029.

Rodríguez Rios, J., & Caballero, O. (2004). *Sistema de edificación de viviendas con elementos prefabricados de hormigón armado*.

Rosero Rios, J. (2018). *Proceso de reciclaje de la cáscara de maní para la fabricación e implementación de ladrillos en mampostería no portantes*. Quito: Universidad de las Américas.