

RIC

REVISTA DE INICIACIÓN CIENTÍFICA

JOURNAL OF UNDERGRADUATE RESEARCH

Vol. 3 - Edición Especial

MARZO 2017

ISSN 2412-0464

ISSN digital (2413-6786)



UNIVERSIDAD
TECNOLOGICA
DE PANAMA

latindex
Directorio



REVISTA DE
INICIACIÓN
CIENTÍFICA

JOURNAL OF **UNDERGRADUATE** RESEARCH

RIC, es una revista abierta a la difusión, a los intercambios y a los debates de interés de la comunidad universitaria, esencialmente a nivel de pregrado con el objetivo de promover la creación, la expresión y la disseminación de trabajos novedosos y empíricos. En la RIC se publican, prioritariamente trabajos originales relacionados con los temas de ciencias, tecnología e ingeniería, desarrollados por estudiantes de licenciatura, en español, portugués o en inglés, incluyendo resultados de trabajos de términos de grado y otros trabajos de investigación desarrollados en pregrado.

Revista semestral, es un proyecto educativo universitario, publicada a partir del 2015, como iniciativa del Ing. Alexis Tejedor De León, PhD, ING-PAED-IGIP, de la Facultad de Ingeniería Mecánica del Centro Regional de Veraguas de la Universidad Tecnológica de Panamá, con la

finalidad de brindar una oportunidad, única, a los estudiantes universitarios de experimentar plenamente el método científico, a partir del desarrollo de trabajos originales para su publicación y visibilidad internacional, por medio del proceso de revisión por pares.

The manuscript should be of similar style and structure to that of typical articles published in professional journals.

Los artículos y trabajos técnicos publicados en la Revista de Iniciación Científica –RIC– *Journal of Undergraduate Research* son de exclusiva propiedad de sus autores. Las opiniones y el contenido de los mismos pertenecen a sus autores, declinando la Universidad Tecnológica de Panamá de toda responsabilidad por los derechos que pudiera derivarse de la lectura y/o interpretación del contenido de los trabajos allí publicados.

Misión

La RIC, es una revista de estudios, revisiones e investigaciones en ciencia, tecnología e ingeniería, tanto teóricos, como empíricos, que tiene como objetivo divulgar la producción académica universitaria a nivel de pregrado, propiciando el intercambio de informaciones y el debate sobre los principales asuntos y temas emergentes de las áreas. Se da relevancia a la disseminación de los trabajos realizados en universidades nacionales, sin embargo publicará también estudios provenientes del exterior. Por lo tanto, se invita a cualquier estudiante de licenciatura en las áreas de ciencia, tecnología e ingeniería a presentar sus manuscritos, y enviarlos a la dirección: revista.ric@utp.ac.pa

Proceso de revisión

En primer lugar, el Editor Jefe realiza una selección preliminar de los manuscritos

sometidos, tomando en consideración la Misión de la RIC, los que no se adecuan serán rechazados.

Los artículos seleccionados se someten y se asignan a uno de los miembros del Comité Editorial de la RIC. Se envían a revisores invitados, los cuales enviarán sus comentarios de forma anónima a uno de los miembros del Comité Editorial, responsable por darle seguimiento al manuscrito designado.

El miembro del Comité Editorial, sintetizará los comentarios y observaciones emitidos por los revisores, y su decisión sobre la publicación del manuscrito, el cual podrá aceptarse tal y como se envió, aceptarse con pequeñas modificaciones, rechazarse con la invitación de que lo vuelva a someter, o podrá ser rechazado por completo. El autor, en cuestión, atenderá las modificaciones sugeridas. Se podrán llevar a cabo, varias rondas de comentarios, hasta que finalmente el manuscrito se considere adecuado para su publicación.



Dr. Alexis Tejedor
DIRECTOR



MENSAJE DEL DIRECTOR

La Jornada Nacional de Iniciación Científica Universitaria – (JIC) – nació de la necesidad de fomentar y promover el desarrollo científico y tecnológico a nivel de las carreras de licenciatura de las Instituciones de Educación Superior – (IES) - públicas y privadas de la República de Panamá, acreditadas por el CONEAUPA y para el período 2016 – 2019 cuenta con el financiamiento de la SENACYT.

Es así como la JIC se constituye en un espacio para la disseminación, promoción y seguimiento de los trabajos desarrollados por los estudiantes bajo la tutoría de un profesor, como una forma de fortalecer las actividades de enseñanza y de extensión universitaria, por medio de la creación, la producción de conocimiento, la búsqueda continua del saber y su divulgación.

Dando continuidad a esos propósitos, la Revista de Iniciación Científica (RIC) *Journal of Undergraduate Research* – se constituye en un medio sólido para la disseminación de los trabajos

seleccionados a nivel nacional y presentados en la JIC-Panamá 2016.

Es por ello, que este Número Especial de la RIC (*Proceedings*) publica quince de los dieciséis trabajos seleccionados, por sus respectivas instituciones educativas y presentados en el marco del XVI Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de APANAC.

En este número se publican trabajos presentados por la Universidad Tecnológica de Panamá; Universidad Católica Santa María la Antigua; ISAE Universidad; Universidad Interamericana de Panamá y por la Universidad de Panamá

Desde su lanzamiento, la RIC, forma parte del Repositorio Institucional de Documentos Digitales de Acceso Abierto, como parte del proyecto UTP-Ridda, el cual tiene como objetivo fundamental, permitir la visualización internacional de la producción científica y académica de la Universidad Tecnológica de Panamá y de otras IES de la República de Panamá.



**FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL**

**FACULTAD DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**FACULTAD DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**FACULTAD DE
INGENIERÍA MECÁNICA**

**FACULTAD DE
INGENIERÍA DE SISTEMAS
COMPUTACIONALES**

**FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**



CONTENIDO

- | | | |
|----|--|--|
| 7 | OBTENCIÓN DE MORDIENTE Y COLORANTE A PARTIR DE LA <i>MUSA PARADISIACA</i> Y SU APLICACIÓN A LA INDUSTRIA TEXTIL | Bionelys Batista
Dayra Guerra
Richard Miranda
Anaís Pimentel
Edwar Rodríguez
Alexis Tejedor De León |
| 13 | LA AGRICULTURA ORGÁNICA EN TIERRAS ALTAS, CHIRIQUÍ: REALIDAD O PERCEPCIÓN DE LA AGRICULTURA PANAMEÑA | Kerly Quintero
Jeremías Concepción
Virgilio Espinoza |
| 16 | ANÁLISIS DE ACEPTACIÓN DE UN NUEVO TIPO DE CANASTITAS DE RELLENO MEDIANTE UN DISEÑO DE EXPERIMENTO | Gloribeth Cortez
Paola Peralta
Elizabeth Tello
Maritza Cedeño |
| 22 | EL TOMATE DESHIDRATADO COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN Y SOLUCIÓN A LOS TOMATEROS LOCALES | Elida González
Michelle Pilleps
Alfonso Ducreux |
| 27 | EXTRACCIÓN DE ZUMO DE CÍTRICOS PARA LA ELABORACIÓN DE REPELENTES NATURALES | Ricardo García
Vivian González
Adaluz Madrid
Jorge Ureña
Alexis Tejedor De León |
| 32 | DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA MOVILIDAD URBANA Y EL POTENCIAL DE EDIFICIOS CON ESPACIOS DE TRANSICIÓN | Keria Estrada
Amílcar Pérez
Alejandro Vergara
Jorge Perén |

- 38** DISEÑO Y ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL ROTOR DEL AEROGENERADOR ELISA
Marlen Veleiro
Raúl Franceschi
Nacari Marin
- 45** DISEÑO Y PRUEBA EXPERIMENTAL DE BLOQUES ECOLÓGICOS A BASE DE MATERIALES ORGÁNICOS E INORGÁNICOS
Herminio Pérez
Kristi Pimentel
Olga De Meza
Mario Hernández Korner
- 56** ENERGÍAS NO CONVENCIONALES: EÓLICA Y FOTOVOLTAICA APLICADAS A LAS REGIONES SECAS DE PANAMÁ
Lanneth Barrera
Elaine Cortés
Mauricio Méndez
Juan Mendoza
Vicelda Domínguez
- 64** EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LOS LÍQUIDOS QUITA MANCHAS EN DISTINTOS TIPOS DE TELAS, MEDIANTE EL DISEÑO EXPERIMENTAL
Anayansi Atencio
María Castillo
Marcos Frago
Thais Turner
Maritza Cedeño
- 70** PRIMER PASO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA, CONFORT AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD DE EDIFICIOS EN PANAMÁ: PERCEPCIÓN AMBIENTAL DE USUARIOS DE LA CASA MATRIZ DEL BANCO NACIONAL DE PANAMÁ
Diego Segundo
Ana Araúz
Ariadna Mora
Jorge Isaac Perén
- 76** APLICACIÓN DE LA SEDA DE ARAÑA EN DISIPADOR DE ENERGÍA DE IMPACTO
Daniel Cooban
Dayberto Labastid
Haxel Ríos
Teresín Almanza
Nacarí Marin
- 82** RECICLAJE DE MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES BIOAMIGABLES
Alice Almengor
Noris Gutiérrez
José Moreno
Karen Caballero
- 88** PROGRAMA DE VIVIENDA DE EMERGENCIA
Andrea Rueda
Antonio Ledezma
Julia Varela
Gabriella Vega
José Donado
- 93** MODELO DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR EN PROCESO DE MANUFACTURA POR DEPOSICIÓN FUNDIDA
Carlos Macías
Héctor Gutiérrez
Mario Ng
Humberto Rodríguez

Obtención de mordiente y colorante a partir de la *Musa paradisiaca* y su aplicación a la industria textil

Getting mordant and dye from *Musa paradisiaca* and its application to the textile industry

Bionelys Batista¹, Dayra Guerra¹, Richard Miranda¹, Anaís Pimentel¹,
Edwar Rodríguez¹ & Alexis Tejedor De León^{2*}

¹Licenciatura en Ingeniería Industrial – Centro Regional de Veraguas – Universidad Tecnológica de Panamá

²Departamento de Materiales y Metalurgia – Facultad de Ingeniería Mecánica – Centro Regional de Veraguas – Universidad Tecnológica de Panamá

Resumen El objetivo del siguiente artículo técnico consiste en explicar la metodología utilizada y los diversos procedimientos contemplados en la realización del proyecto propuesto, el cual se basó en la extracción del tanino de la savia del pseudotallo y su posterior utilización como mordiente (marrón Carmelita claro) en la pigmentación de muestras de tejidos sintéticos y de algodón. La pigmentación de los tejidos se realizó con el colorante (marrón Café Cocoa) extraído por reflujo y/o calentamiento directo a partir de la cáscara del plátano. Tanto el mordiente, como el colorante fueron extraídos de muestras de pseudotallo y de las cáscaras del plátano verde (*Musa paradisiaca*) recolectadas en la región. Para iniciar con el proyecto, el equipo de investigadores partió con la búsqueda *on-line* de información documentada en diferentes bases de datos y plataformas académicas y/o científicas en la modalidad *open access*. En las instalaciones del laboratorio de química, el cual cuenta con los equipos mínimos necesarios, se llegaron a realizar diversos procedimientos experimentales, tanto de la extracción del mordiente, del colorante, como en el proceso de pigmentación de las muestras textiles. Las muestras de tejido pigmentados se sometieron a dos tipos de ensayos: (i) el del lavado continuo y (ii) resistencia a la intemperie para verificar el grado de fijación del colorante en el tejido tratado. Con una escala de apreciación numérica de 0 (muy mala) a 4 (excelente), los tejidos sometidos a los ensayos obtuvieron una valoración de 3 (después de dos lavadas) y 4 (después de dos días seguidos), respectivamente, lo cual indica que sí es posible la utilización de mordientes y colorantes extraídos de la *Musa paradisiaca* aplicados a la industria textil. Lo anterior permite concluir que se puede obtener biocolorantes (*eco tie dye*) y darle una utilización industrial integral a esta materia prima abundante en nuestro país y que en la actualidad solo se aprovecha su fruto.

Palabras claves Bio-colorante, mordiente, *Musa paradisiaca*, industria textil, savia, tanino.

Abstract The aim of this white paper is to explain the methodology used and the various procedures temperate in carrying out the proposed project, which was based on the extraction of tannin from the sap of pseudostem and its subsequent use as mordant (light brown Carmelita) pigmentation samples cotton and synthetic fabrics. The pigmentation of the tissues was performed with coloring (brown Coffee Cocoa) extracted by reflux and / or heating direct from banana peel. Both the bite, as the dye were extracted from samples of pseudostem and shells green banana (*Musa paradisiaca*) collected in the region. To start with the project, the researchers started with the online search for documented information in different databases and platforms academic and / or scientific in open access mode. In the chemistry lab facilities, which has the minimum equipment needed, they came to perform various experimental procedures both extraction mordant, the dye, as in the pigmentation process of the textile samples. Pigmented tissue samples underwent two types of tests: (i) the continuous washing and (ii) weatherability to verify the degree of fixation of the dye in the treated tissue. With a scale (very poor) to 4 (excellent), numerical appreciation 0 tissues undergoing trials obtained a score of 3 (after two washed) and 4 (after two days), respectively, indicating if the use of mordants and dyes extracted from *Musa paradisiaca* applied to the textile industry is possible. This leads to the conclusion that you can get bio-dyes (*eco tie dye*) and give a comprehensive industrial use of this raw material so abundant in our country, which currently is only used its fruit.

Keywords Bio-dye, mordant, *Musa paradisiaca*, sap, pseudostem, tannin.

*Corresponding author: alexis.tejedor@utp.ac.p

1. Introducción

El ancestral arte de teñir ha sido utilizado por casi todas las civilizaciones de la antigüedad. Mucho antes de la aparición de los tintes químicos, la humanidad solo contaba con la naturaleza como fuente para obtener colores. El placer de trabajar con tintes naturales radica en que nunca resulta aburrido y siempre se descubren nuevas fuentes de color [1].

En la actualidad las empresas a nivel mundial están enfocadas en desarrollar estrategias que le permitan diversificar su línea de negocios, así como crear un valor agregado para sus productos. Muestra de ello son la producción de los taninos (sustancia orgánica que se encuentra presente en la corteza de algunos árboles y en el interior de diversos frutos) [2].

Los taninos son utilizados en la industria de la piel [3], en la industria de los alimentos, en la industria de pinturas, tinturas y otras aplicaciones. Nuestro país cuenta con un amplio sector industrial y dentro de este se encuentran múltiples productos cuyo consumo depende en gran parte de su aspecto visual o de la presentación que puedan tener (olor, sabor y color). Sin embargo, la mayoría de los productos que imparten estas características (colorantes, aromatizantes y saborizantes) son de origen sintético y por lo tanto su costo es muy elevado [4].

Este proceso de tinción de fibras textiles conlleva la utilización de diversos productos químicos, como es el caso del mordiente (enlace entre el tinte y las fibras), el cual permite que las partículas colorantes queden adheridas a la estructura de las fibras de forma permanente, es decir, con capacidad de resistir a la acción del agua, el rozamiento, la luz solar y el paso del tiempo. Esos son los cuatro factores que actúan en contra de la perdurabilidad de los colores en los textiles [2].

El objetivo principal de la presente investigación es utilizar taninos como mordientes y de pigmentos naturales obtenidos de la *Musa paradisiaca* (tallo y cáscara de

plátano) y tinturar muestras de tejidos de algodón y sintético para verificar su viabilidad técnica y de buscar una alternativa para reducir los costos de las mismas realizando el cambio de la química sintética, por la química verde, el cual sería de un gran beneficio económico como al medio ambiente.

Por la gran cantidad de este recurso que posee el país, se podría utilizar como una alternativa, que van desde la obtención de bioplásticos [5], y dentro de las industrias textiles que utilizan compuestos químicos sintéticos por tintes naturales y que a través de la reutilización de este desperdicio ayudaría al medio ambiente y por ende a reducir costos dentro de las mismas.

2. Materiales y métodos

Para la realización de este proyecto investigativo, como ya se ha podido mencionar con anterioridad, se utilizó como materia prima diversos subproductos extraídos de la *Musa paradisiaca*.

Primeramente, para la producción del tanino fue necesario extraer la savia del pseudotallo de la planta y para la obtención del biocolorante se emplearon las cáscaras de plátano en estado verde.

Luego de obtener ambos productos, se procedió a teñir retazos de tela, específicamente de algodón y fibras sintéticas, para su posterior análisis a través de distintos ensayos de materiales.

A continuación se presentarán, detalladamente, todos los procedimientos empleados para la ejecución y desarrollo del proyecto.

2.1 Obtención del mordiente tánico

Para extraer la savia de la *Musa paradisiaca* implementamos el uso de canales en forma de serpentina a lo largo del tallo de la planta, sin necesidad de talarla o derribarla. Los canales o surcos permitieron captar este líquido procedente de los pseudotallos por efecto de la gravedad como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Extracción de la savia.

Se debe recalcar que el plátano no es un árbol, sino una megafobia [2], una hierba perenne de gran tamaño que actualmente no es utilizada para la creación de otros subproductos en actividades industriales y que se puede obtener fácilmente en nuestro país.

Luego de obtener la savia de la planta, esta fue filtrada utilizando retazos de tela para eliminar todos los posibles residuos que estuviesen contenidos en ella. Posteriormente, se procedió a calentar el líquido a 50°C durante diez minutos, y se filtró nuevamente.

Para la clarificación se le agregó $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en concentración 0.7g/L y se calentó la mezcla a 90° por diez minutos. A continuación, se dejó reposar hasta alcanzar la temperatura ambiente para proceder a decantar el líquido.

Seguidamente se llevó a cabo la extracción y concentración del tanino para lo cual se añadió alcohol deshidratado al 94% en concentración 1:1.

Esta solución fue calentada entre 70 y 75°C durante dos horas. Luego fue refrigerada a temperaturas entre 0 y 2°C por veinticuatro horas. Después la solución, rica en tanino se mantuvo refrigerado en un frasco ámbar para su posterior utilización.

2.2 Extracción del biocolorante

De la especie vegetal se recolectó el fruto verde, en buen estado, para luego separar la cáscara y someterla a un proceso de

esterilización con una solución diluida de NaClO para eliminar las impurezas que pudieran interferir en el desarrollo de la experiencia.

Las cáscaras esterilizadas se secaron al sol durante 12 horas (ver figura 2).



Figura 2. Cáscaras de plátano secas.

Posteriormente las cáscaras se secaron a 60°C durante 12 horas y se trituraron en un mortero hasta su pulverización como se muestra en la figura 3.



Figura 3. Tostado de cáscaras secas.

Para la obtención del colorante se utilizaron dos métodos de extracción. En la primera técnica, por reflujo, se colocaron 20g de la cáscara pulverizada y se le agregaron 200mL de solución de NaOH (0.25N), se dejó reflujo durante 30 minutos a una temperatura de 80°C y se obtuvo el colorante líquido (ver figura 4).

En la segunda técnica, se colocaron 20g de la muestra pulverizada dentro una bolsa y esta dentro de un vaso químico al cual se le

agregaron, de igual manera, 200mL de NaOH (0.25N) y se extrajo el colorante líquido a 80°C, por calentamiento directo, durante 30 minutos.

En ambas técnicas, se dejó conservar el colorante en un frasco ámbar para su posterior utilización.



Figura 4. Obtención de colorante líquido.

2.3 Teñido del tejido

Para teñir los tejidos, se utilizó un procedimiento denominado *eco tie dye* el cual es un proceso que simula un efecto de desteñido y se puede realizar con telas de algodón o con un porcentaje de algodón mezclado con poliéster.

Las muestras de tejido se colocaron en un recipiente de vidrio con el mordiente y se le agregó el extracto del colorante. Todo fue calentado en una hornilla durante 30 minutos.

Para tal proceso se anudó la tela en varios puntos antes de sumergirla en el mordiente, el cual se calentó durante una hora antes de utilizarlo. Luego se dejó hervir durante 30 minutos con el pigmento añadido, como se muestra en la figura 5.

2.4 Ensayos de materiales

Las muestras de tejido pigmentadas con el procedimiento antes explicado, fueron sometidas a dos tipos de ensayos: una de ellas fue sometida a operaciones unitarias de lavado con agua y jabón en forma repetida para



Figura 5. Telas sumergidas en mordiente tánico para su pigmentación.

comprobar el grado de fijación del colorante en las mismas.

De igual modo, se tomó otra muestra y se dejó varios días consecutivos a la intemperie, es decir a efectos alternados de luz, sombra, lluvia y sol.

Las muestras ensayadas fueron valoradas con una escala de apreciación numérica de 0 (muy mala) a 4 (excelente).

2.5 Determinación del tipo de tanino

Para conocer el tipo de tanino obtenido, se utilizó la técnica colorimétrica con reactivos de $K_2Cr_2O_7$ al 5%, o con $FeCl_3$ al 1%, ya que de acuerdo a la literatura consultada dependiendo del tipo de tanino, así mismo generará un tipo específico de color de acuerdo al reactivo utilizado. Por ejemplo si es tanino condensado reaccionará con la solución de hierro, generando un color marrón, y de ser taninos gálicos su coloración es azul negruzco [6].

3. Resultados y discusión

El tanino presenta características propias como su color *beige* Carmelita claro. Y de acuerdo a los resultados de los ensayos de colorimetría, los taninos son del tipo condensado.

En los ensayos de extracción del colorante se realizaron dos tipos de extracciones utilizando el mismo solvente. Es necesario puntualizar que por cada plátano verde se obtiene

aproximadamente unos 5.5g de cáscaras secas pulverizadas.

En una de las técnicas de extracción se empleó el método del reflujo obteniéndose un extracto de color café intenso y con la otra técnica, se obtuvo un extracto de color café de menor intensidad. En ambos métodos utilizados se conservaron las condiciones de temperatura, tiempo y cantidad de solvente.

De igual forma el pigmento, .i.e. colorante obtenido tanto por reflujo como por calentamiento directo posee una tonalidad catalogada como marrón Café Cocoa, cuyas intensidades en *dégradé* aparecen en la fotografía de la figura 6.



Figura 6. Gama de colores de las diferentes tonalidades.

Dada la falta de tiempo y herramientas de laboratorio, no fue posible determinar la cantidad y la concentración de tanino extraído, ni tampoco la intensidad del colorante obtenido.

Para obtener el colorante, se utilizaron dos métodos, como se mencionó en párrafos anteriores. De los dos métodos utilizados se observó que se obtienen mejores resultados de pigmentación con el colorante extraído por el método de calentamiento directo. Lo anterior obedece al hecho de la fijación del color en la muestras de tejido pigmentado fue mayor (Café Cocoa), mientras que por el método de reflujo el color fijado en el tejido era menos intenso.

En la figura a continuación se presentan muestras de tejidos pigmentados con la técnica *eco tye die*, que posteriormente se sometieron a ensayos de lavado y de exposición a la intemperie.



Figura 7. Pañuelo luego de la aplicación del colorante (aun húmedo).

La literatura consultada hace referencia de que existen dos formas distintas de conservar el colorante, que puede ser en estado líquido o en estado sólido. En el estado líquido se puede guardar en un envase ámbar; mientras que para conservarlo en estado sólido se debe deshidratar para su posterior utilización.

Para analizar la capacidad del tiempo de duración del color en la fibra de tejido pigmentado, se trataron pequeñas muestras de tejido de algodón utilizando la misma metodología del experimento y se estudiaron distintas variables.

Como se mencionó, en párrafos anteriores utilizamos una escala de valoración (0 - desde muy mala, mala, media hasta buena - 4). Poniendo una muestra en remojo con agua y jabón y otra a intemperie, siendo esta la buena al pasar del tiempo; mientras que la muestra en remojo arrojando un resultado medio (2).

4. Conclusiones

Podemos concluir, como estudiantes de ingeniería industrial, que con este proyecto tratamos de incursionar en la metodología de la

investigación científica al extraer mordientes y colorantes y aplicarlos a la industria textil.

- Los resultados obtenidos evidencian de que sí es factible la extracción de mordiente y de pigmentos de la *Musa paradisiaca* buscando aplicar industrialmente un producto que reduzca contaminantes y sea amigable al medio ambiente, al igual que podría generar nuevas fuentes de ingresos.

REFERENCIAS

- [1] Nieto-Galán, A. (1996). Industria textil e historia de la tecnología: las indianas europeas de la primera mitad del Siglo XIX. *Revista de Historia Industrial*, n. 9, pp. 11- 37.
- [1] Anzora Vasquez A. & Fuentes Cañas C. (2008). Obtención de un colorante a partir de *Musa Paradisiaca* (plátano verde) con aplicación en la industria textil, *Tesina de Licenciatura*, Facultad de Química y Farmacia, Universidad El Salvador.
- [2] Alonso, C.; Caballero, J., Catillo, O., Flores, I., Pérez, G. & Stecco, M. (2015). Biocureros: pieles marinas curtidas con savia de la *Musa paradisiaca*. *Revista de Iniciación Científica*, 1(1), pp. 46 - 50.
- [3] Chiquilín Arbiló J, Escudero M, Ricse Villar J, Santos Bazo J, & Zavaleta Delgado D "Uso de la sabia del plátano de seda (*musa acuminata*) como mordiente en el teñido de algodón, en el distrito de Huacho 2013", artículo científico, Repositorio Digital: resolución N°062-2013-VRI-UNJFSC, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Vicerrectorado de Investigación, Huacho- Perú.
- [4] Castillo, R.; Escobar, E., Fernández, D., Gutiérrez, R., Morcillo, J. Núñez, N. & Peñaloza, S. (2015). Bioplástico a base de la cáscara del plátano. *Revista de Iniciación Científica*, 1(1), pp.34- 37.
- [5] Toledo Medina, F. (2016). Determinación de taninos. Universidad Interamericana para el desarrollo. Disponible en <http://www.slideshare.net/FranKlinToledo1/determinacion-de-taninos>.

La agricultura orgánica en tierras altas, Chiriquí: realidad o percepción de la agricultura panameña

Organic agriculture in Chiriquí highlands: reality or perception of panamenian agriculture

Kerly Quintero¹, Jeremías Concepción¹ & Virgilio Espinoza^{2*}

¹Licenciatura en Turismo – Sede Chiriquí – ISAE Universidad

²Diplomado en Gestión de Investigación – Dirección de Investigación y Posgrado – ISAE Universidad

Resumen La producción orgánica en Panamá tiene un gran reto garantizar la seguridad alimentaria del país. Se investigó el estado actual de la producción orgánica en Tierras Altas, provincia de Chiriquí para reconocer la sostenibilidad de la agricultura en la región. El estudio se llevó a cabo en el año 2016. El objetivo fue caracterizar la producción orgánica de la región con la finalidad de estimar sus potenciales y limitaciones. Se registró en la selección aleatoria de nueve fincas agrícolas para la caracterización de 15 rubros agrícola producidos (*Lactuca sativa*, *Allium schoenoprasum*, *Solanum lycopersicum*, *Solanum tuberosum*, *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays*, *Brassica oleracea* var. *Capitata*, *Pisum sativum*, *Ocimum basilicum*, *Petroselinum crispum*, *Beta vulgaris*, *Daucus carota*, *Psidium guajava* y *Rubus ulmifolius*). Se concluye que se debe apoyar a los agricultores en incentivos de producción y mejorar del mercado logístico de los rubros orgánicos para garantizar la seguridad alimentaria del país.

Palabras claves Agricultura, ambiente, orgánica, Tierras Altas, Panamá.

Abstract Organic production in Panama has a great challenge to ensure the country's food security. Investigated the current state of organic production in Tierras Altas, Chiriquí province, to recognize the sustainability of agriculture in the region. The study was carried out in 2016. The objective was to characterize the organic production of the region in order to estimate its potentials and limitations. It was registered in the random selection of nine agricultural farms for the characterization of fifteen agricultural crops (*Lactuca sativa*, *Allium schoenoprasum*, *Solanum lycopersicum*, *Solanum tuberosum*, *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays*, *Brassica oleracea* var. *Capitata*, *Pisum sativum*, *Ocimum basilicum*, *Petroselinum Crispum*, *Beta vulgaris*, *Daucus carota*, *Psidium guajava* and *Rubus ulmifolius*). It is concluded that farmers should be inactivated to agriculture production and should be improved the logistics market of organic products to ensure food security in the country.

Keywords Agriculture, environmental, organic, High Lands, Panama.

*Corresponding author: virgilioespinoza@gmail.com

1. Introducción

La cultura de comida orgánica se encuentra en crecimiento constante ya que esta permite adquirir alimentos libres de venenos y que perjudican la salud. La producción de alimentos orgánicos en América Latina solo ha crecido un 18% desde el 2002 en comparación con el crecimiento de Europa con un porcentaje de aceptación de 170% en el 2013 [1].

La agricultura orgánica de Panamá puede incidir positivamente como la disminución de los daños del suelo, a las fuentes de agua y mejora en productos para el cuidado de la salud humana.

El cambio de producción convencional a producción orgánica se ha convertido en un reto lento para los países que pudiesen sumarse a esta práctica de verde, sano u otro sinónimo que indica la calidad del producto libre de químicos que dañan nuestro organismo y el entorno.

Las fincas productoras en Panamá para garantizar la agricultura sustentable deben realizar y preparar sus propios insumos, ya que de esta manera se garantiza la calidad de la producción, y que sus rubros se conviertan en productos sanos que permitan su comercio en un mercado competitivo entre lo orgánico y la producción convencional.

Un vacío de información existente está relacionado con las dos siguientes interrogantes:

¿Cuál es la producción de la agricultura orgánica en Tierras Altas, Chiriquí?

¿Cuál es la percepción de los agricultores sobre la producción orgánica?

La finalidad del estudio fue evaluar el estado actual de la agricultura orgánica en el distrito de Tierras Altas, provincia de Chiriquí, en Panamá.

2. Cuerpo principal

2.1 Marco metodológico

El lugar de estudio fue la provincia de Chiriquí, específicamente fincas de Tierras Altas ubicadas hacia la zona occidental de Panamá como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Extracción de la savia.

El tipo de estudio realizado en el presente trabajo, es según [3] de alcance descriptivo-exploratorio, enfoque mixto y diseño no experimental.

El muestreo se realizó en los meses de febrero a mayo de 2016. Se visitaron 10 fincas seleccionadas al azar, se recolectaron datos observables de la producción agrícola de los rubros en mención, percepción de los agricultores sobre la agricultura en la región y logística del procesamiento y venta de los rubros agrícolas. Además, se aplicó una encuesta debidamente validada con el alfa de Cronbach ($p:0.832$), que desarrolla las variables del estudio.

3. Resultados y discusión

En la figura 2 y 3 se presentan los resultados en términos de percepción de los agricultores consultados y los hábitos de consumo manifiesto, respectivamente.

Los consumidores manifiestan que en mayor medida reconocen alimentarse de manera sana.

Por otro lado, se hace necesario que los productos orgánicos deben estar certificados ya que la media muestral indica que el costo de los alimentos orgánicos es 10% superior a los productos que son tratados con productos químicos [5].

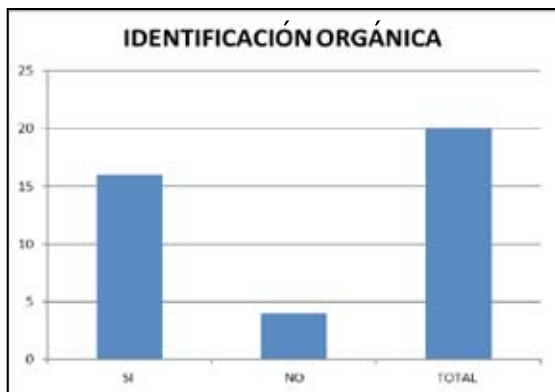


Figura 2. Percepción de los agricultores.

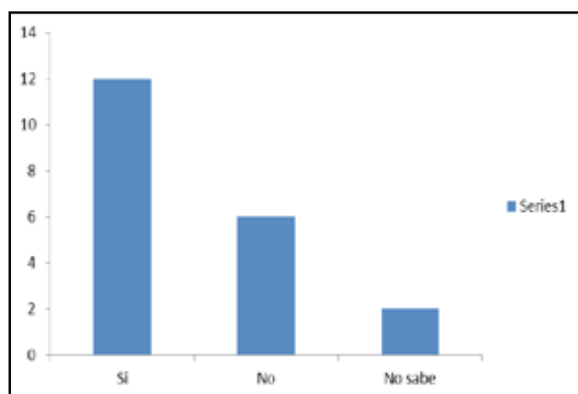


Figura 3. Hábitos de consumo.

La falta de un mercado logístico es una limitante para la adquisición de rubros agrícolas que disminuye el sustento para que los agricultores puedan solventar la inversión que se ha realizado en los sembradíos. En tal sentido se considera que existe poco respaldo para la agricultura orgánica en el país que obliga al Estado a sensibilizar a la población y aumentar el apoyo al sector agrícola.

4. Conclusiones

- La agricultura orgánica de Tierras Altas, provincia de Chiriquí registró un decrecimiento en la producción de rubros y la falta de incentivos agrícolas limita la seguridad alimentaria del país y la salud nutricional de los panameños.

REFERENCIAS

- [1] M. Vélez. El Proceso de la Certificación Orgánica en Cerro Punta, Panamá: Cómo Promover Cambios Sostenibles. Independent Study Project (ISP) Collection. 1616. 2012.
- [2] INEC. Censo Nacional agropecuario. (vol 1). No 1. 2010
- [3] V. Espinoza, González, L. P. Guerra. Manual de redacción de tesis. Universidad Autónoma de Chiriquí: Panamá. 2012.
- [4] Instituto Centroamericano de Agricultura-IICA. Aproximación de la oferta centroamericana de productos orgánicos y situación de sus mercados. 2002.
- [5] Ministerio de Desarrollo Agropecuario-MIDA. Directorio y sistematización de fincas integrales. Panamá: pfpas. 2010.
- [6] Sanabria, A. Guía práctica de producción y conservación. Costa Rica: Sibauste. 2006.

Análisis de aceptación de un nuevo tipo de canastitas de relleno mediante un diseño de experimento

Acceptance analysis of a new type of filling baskets through an experimental design

Gloribeth Cortez¹, Paola Peralta ¹, Elizabeth Tello¹ & Maritza Cedeño^{2*}

¹Licenciatura en Ingeniería Industrial – Centro Regional Azuero – Universidad Tecnológica de Panamá

²Docente - Facultad de Ingeniería Industrial – Centro Regional de Azueros – Universidad Tecnológica de Panamá

16

Resumen Esta investigación evalúa el nivel de aceptación de un nuevo tipo de canastitas de relleno confeccionadas a base de maíz. Se utiliza un diseño de bloques completos al azar en donde los tratamientos están representados por distintos tipos de mezclas de maíz y los bloques están representados por los individuos. Se encontró que no hay diferencia significativa en el nivel de aceptación con respecto al sabor de cada mezcla, al 5% de significancia. Igualmente se encontró, en el análisis de bloque, que los individuos no causan un efecto significativo en el diseño experimental por lo que, para futuros experimentos se recomienda utilizar un diseño completo al azar.

Palabras claves Análisis de varianza, diseño experimental, diseño de bloques al azar, maíz.

Abstract This research evaluates the level of acceptance of a new kind of filled baskets made of corn. A randomized complete block design is used, in which treatments are represented by the different types of corn mixtures and the blocks are represented by individuals is used. It was found that there is no significant difference in the level of acceptance with respect to the flavour of each mix, at 5% of significance. Likewise, it was found, in the block analysis, that individuals do not cause a significant.

Keywords Variance analysis, experimental design, randomized block design, corn.

*Corresponding author: maritza.cedeno@utp.ac.pa

1. Introducción

El maíz es uno de los alimentos básicos más importantes que conoce el ser humano ya que en torno a él se pueden realizar gran cantidad de preparaciones. Por ser una planta muy versátil se puede sembrar en diferentes entornos, y además es altamente valorado debido a que brinda mayor rendimiento en relación a otros granos, por lo tanto no es costoso [1].

Uno de los productos comestibles de mayor demanda, principalmente en eventos sociales, lo es el uso de canastitas para relleno elaboradas con harina de trigo, por lo que abre las posibilidades de estudiar otras alternativas de materia prima, que permita introducir al mercado un producto más atractivo a los consumidores en función de condiciones muy especiales de alimentación, tal como aquellas personas intolerables al gluten y sus derivados.

Para el análisis de esta posibilidad se propone un diseño estadístico para evaluar si existe diferencia significativa en el nivel de aceptación por parte de las personas en relación al consumo de canastitas de relleno hechas con maíz con tres variedades de aditivos de la mezcla: miel, ajo y mantequilla.

En todo diseño experimental, se manipulan deliberadamente una o más variables vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés. En este caso el experimento realizado describe una serie de pautas relativas como la variable independiente y, la variable dependiente o mejor conocida como variable de respuesta; de esta manera, conocer qué variables pueden ser manipuladas, de qué manera y el grado de confianza predefinido para la necesidad de una supuesta relación causa-efecto.

El método de diseño de experimento que se utilizó, es un diseño reductor del ruido que puede provocar ciertas variables en el experimento y utiliza el concepto de bloques, para realizar este control [2].

La base de este experimento se centró en la observación y experimentación necesaria para

estudiar los fenómenos de acuerdo al interés mostrado, analizando los datos tabulados obteniendo resultados de una forma más controlada.

2. Enunciado del problema

No existe actualmente en el mercado canastitas para relleno elaboradas a base de maíz, (Ver figura 1). Los productos usuales se confeccionan utilizando como materia prima la harina de trigo.

La alternativa de experimentar con otros ingredientes impulsa la necesidad de evaluar el nivel de aceptación de entrada en el mercado de este tipo de productos.



Figura 1. Ejemplo de canastita de relleno a base de maíz.

3. Diseño experimental

3.1 Extracción del biocolorante

Para la realización del experimento se tomaron en cuenta ciertos factores que pudieran intervenir en la realización del experimento. Estos factores fueron:

- Tipo de mezcla
- Cantidad de masa
- Individuo para la prueba
- Proporción de sal
- Temperatura de cocción
- Tiempo de cocción.

La variable independiente en un experimento se define como aspectos de las unidades experimentales que pueden cambiar o afectar el resultado de la variable de interés [5]. La

variable independiente representa el factor o tratamiento en el experimento.

Se tomó como factor o tratamiento, el tipo de aditivo en la mezcla, con cuatro niveles (sabores de la mezcla: A. Original, B. Ajo-Miel, C. Ajo-Mantequilla, D. Miel).

Los factores controlables se definen como las variables de procesos que se pueden fijar en un punto o en un nivel de operación [3].

Es por esto que los factores en este experimento se controlaron de acuerdo a las proporciones en la preparación de la canastita y el factor (individuo), se utilizó como criterio para la elección del diseño experimental.

El nivel de riesgo escogido en el diseño experimental fue de 5% de significancia.

3.2 Selección de variable respuesta o variable dependiente

Variable dependiente son las características de interés a través de las cuales se realiza el estudio; es decir, las variables que se obtienen para el análisis, también denominadas variables de respuesta [5].

En este experimento dicha variable sería el nivel de aceptación de los clientes que fue medido en una escala propuesta del 1 a 5, presentada en la tabla 1.

3.3 Elección del diseño experimental

El diseño experimental que se propone en esta investigación es el de Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). Este diseño requiere que el experimentador pruebe cada tratamiento una vez en cada bloque [3]; es decir, que para medir el nivel de aceptación, es necesario que cada uno de los aditivos en las mezclas o tratamientos, sean probadas una a una dentro de cada bloque, así, la variable adicional al factor de interés que se incorpora de manera explícita en un experimento comparativo de bloque, no sesga la comparación [5].

Como criterio de bloque se escogieron a los individuos y se definieron cinco, los cuales

Tabla 1. Escala de aceptación para el proceso de degustación

Trat.	Exc. (5)	Bueno (4)	Reg (3)	Mal (2)	Mal (1)
A -Original					
B- Ajo-Miel					
C. Ajo-Mante					
D Miel					

fueron estudiantes de cuarto año de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Industrial, de la Universidad Tecnológica de Panamá, sede Azuero.

En la relación (1) se muestra el modelo estadístico para el diseño:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \tag{1}$$

Donde μ es la medida general, τ_i es el efecto del i -ésimo tratamiento, β_j es el efecto del j -ésimo bloque y ϵ_{ij} es el término usual de error aleatorio [4].

Las hipótesis de este experimento son:

Tratamientos: Tipo de mezcla

Ho: T1=T2=T3=T4 / El nivel de aceptación para los cuatro tipos de mezcla es igual.

H1: Al menos uno de los niveles de aceptación es diferente.

Bloques: Individuos

Ho: Los individuos (bloques) no causan un efecto significativo en el diseño experimental.

H1: Los individuos si causan un efecto significativo en el diseño experimental.

La cantidad de réplicas del experimento fueron 20, 5 por cada individuo, los cuales degustaron los cuatro tipos de mezcla, que representan a su vez el número de observaciones correspondientes a la variable de respuesta.

Es importante recordar que para este diseño, la aleatorización de los tratamientos se hace dentro de los bloques, representando estos, una restricción sobre la aleatorización [4].

4. Materiales y métodos

4.1 Materiales

Se utilizó en el experimento: maíz viejo pilado (media libra), miel de caña 2g por cada observación (40g para 20 observaciones), mantequilla, 2g por cada observación (total 40g), 2 dientes de ajo para 10 observaciones (5 de las canastitas pertenecían a la mezcla de miel con ajo y las otras 5 a la mezcla de mantequilla y ajo), aceite (0.5 litros), máquina de moler eléctrica, olla o cacerola, plancha eléctrica, pesa digital, moldes para canastitas, guantes de látex, envases plásticos (1 onza), papel plástico de cocina.

4.2 Metodología

La metodología utilizada para el desarrollo del experimento se describe de la siguiente manera:

En primer lugar se realiza el proceso de aleatorización. Este proceso se desarrolla en dos partes que consisten en aleatorizar los tratamientos dentro de los bloques y el orden de preparación de las canastitas. En la tabla 2 se presenta los respectivos resultados de los tratamientos dentro de los bloques.

Tabla 2. Aleatorización de los tratamientos dentro de los bloques

Ind. # 1	C	D	A	B
Ind. # 2	D	A	C	B
Ind. # 3	C	D	B	A
Ind. # 4	B	A	D	C
Ind. # 5	B	D	A	C

En la tabla 3 se presenta la aleatorización del orden de preparación.

Tabla 3. Aleatorización del orden de preparación

T. de Mezcla/ Individuo	A	B	C	D
Ind. # 1	7	2	13	11
Ind. # 2	16	17	4	20
Ind. # 3	1	10	15	19

Ind. # 4	18	8	12	6
Ind. # 5	3	5	14	6

En segundo lugar, se procede a preparar la masa colocando en una olla, 1.5 litros de agua a hervir, con media libra de maíz viejo pilado. Cada 10 minutos se agregaban 1.5 litros de agua. La cocción del maíz duró 40 minutos. Cuando el maíz obtiene la textura adecuada, se prosigue a moler; en este punto se agrega el ajo y de ser necesario, de acuerdo al factor controlado, se le aplica a la masa.

En tercer lugar, se escogió el peso adecuado (18 g) de cada porción para hacer las canastitas. Una vez pesadas se dividieron para agregar el factor controlable, miel (2g), mantequilla (2g), de acuerdo a la aleatorización para la elaboración de las canastitas.

En cuarto lugar, se procedió a freír las canastitas en una plancha eléctrica a una temperatura de 500°C.

Finalmente, se pasó a la degustación de los cuatro tipos de canastitas según el orden indicado en la tabla de aleatorización, como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Estudiantes elegidos como bloque para la degustación de cada una de las mezclas.

5. Resultados y discusión

En la tabla 4 se muestran los valores resultantes, luego de la prueba de degustación.

Tabla 4. Valores de nivel de aceptación en la degustación

T. de Mezcla/ Individuo	A	B	C	D
Ind. # 1	3	5	5	4
Ind. # 2	3	4	3	2
Ind. # 3	3	4	3	5
Ind. # 4	4	4	3	5
Ind. # 5	4	5	3	3

Con los valores de la variable dependiente en la tabla 5 se procede a calcular, los valores del análisis de varianza.

Tabla 5. Análisis de varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados SC	Grados libertad	Cuadro medio (varianza)	Razón F
Tipo de mezcla	3.35	3	1.1167	1.5056
Individuo	3.50	4	0.8750	1.1797
Error	8.90	12	0.7417	-

Con los resultados obtenidos procedemos a realizar las comparaciones con los valores del estadístico F en una tabla de distribución de probabilidad de Fisher.

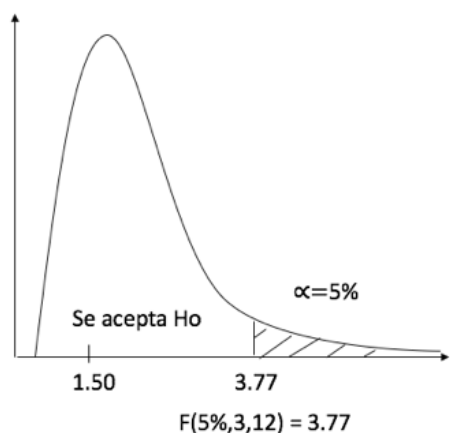


Figura 3. Distribución F de Fisher.

Como se puede observar en la figura 3 la razón F calculada en el análisis de varianza, 1.50 es menor que el valor crítico F de la tabla de Fisher, 3.77, obtenido para un nivel de riesgo de 5%, valores de 3 y 12 para los grados de libertad.

Para el caso de los bloques, individuo, observamos en la tabla 6 que el valor F calculado, 1.18, es menor al valor crítico F de la tabla de Fisher, 3.26, para 4 y 12 grados de libertad.

6. Conclusiones

- El experimento realizado nos da una visión más certera de que tan aceptable resulta un producto para el mercado según la satisfacción del cliente.
- Tomando en consideración los resultados obtenidos en la realización del experimento, podemos puntualizar algunos elementos que se pueden lograr gracias al análisis realizado por medio de la técnica de diseño experimental.
- Esos elementos pueden ser: la visión acerca de la aceptabilidad de un producto en el mercado con características distintas a las tradicionales; la posibilidad de obtención de mayor rentabilidad con el uso de otras materias primas para la preparación de las canastitas para relleno a base de maíz; el uso de productos semi terminados (precocidos).
- Dados los resultados de análisis de varianza respecto a los tratamientos, tipos de mezclas, podemos decir que se acepta la Hipótesis Nula H_0 , por lo tanto existe suficiente evidencia como para concluir que no hay diferencia significativa en el nivel de aceptación con respecto al sabor de cada mezcla, al 5% de significancia.
- En relación a los bloques, se acepta H_0 . Los individuos no causan un efecto significativo en el diseño experimental, por tanto se puede recomendar un Diseño Completo al Azar para próximos experimentos.

Agradecimientos

Agradecemos a la Ingeniera Celinda Pérez, al Ingeniero Waldo Moreno y al Ingeniero Secundino Villarreal. Muchas gracias.

REFERENCIAS

- [1] Online Available: <http://www.importancia.org/maiz.php>
- [2] William Mendenhall, Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias, 4ta. ed., México, Prentice Hall, 1997.
- [3] Osiris Castejón Sandoval, Diseño Y Análisis De Experimento Con Statistix, Venezuela, Maracaibo, 2011.
- [4] Douglas C. Montgomery, Diseño Y Análisis De Experimentos, 2nd ed., México, Limusa Wiley, 2011.
- [5] Luis Enrique Rojas Cárdenas, Lucio Rojas Cortés, Exploración al Diseño Experimental, Ciencia e Ingeniería Neogranadina, vol.9, no.1, pp.51-59, 2000.
- [6] Humberto Gutiérrez Pulido, Román De La Vara Salazar, Análisis y Diseño De Experimentos, 2nd ed, México, D.F, 2008.

El tomate deshidratado como fuente de alimentación y solución a los tomateros locales

Dehydrated tomato as food source and solution to local tomato farmers

Elida González¹, Michelle Pilleps¹, Alfonso Ducreux^{2*}

¹Facultad de Ingeniería y Sistemas - Universidad Interamericana de Panamá

²Docente de pregrado, Facultad de Ingeniería y Sistemas - Universidad Interamericana de Panamá

22

Resumen En Panamá el desperdicio de tomate se produce en los campos durante la recolección, transporte, almacenamiento y sobre todo en la fase de comercialización y consumo. Esta investigación explica cómo aprovechar la producción excedente de tomate (tipos T7, T8 y T9) al convertirlos en tomates deshidratados, utilizando tres procesos diferentes: osmótico, microondas y solar siendo el más recomendado el osmótico ya que permite la preservación de nutrientes y características organolépticas.

Palabras claves Tomate, producción, deshidratación, economía.

Abstract In Panama the tomato waste is produced in the fields during harvesting, transport, storage and especially in the commercialization and consumption phase. The research paper explains how to take advantage of excess tomato production (types T7, T8 and T9) by turning them into dehydrated tomatoes using three different processes: osmotic, microwave and solar being the most recommended osmotic because it allows the preservation of nutrients and organoleptic characteristics.

Keywords Tomato, production, dehydration, economy.

*Corresponding author: alonso_ducreux@uip.edu.pa

1. Introducción

El proyecto de convertir el tomate natural tipo T7, T8 y T9 (conocido como perita y de ensalada) en un producto deshidratado surge como una alternativa para resolver la problemática en la producción masiva de tomate que presenta la provincia de Los Santos porque causa la sobreoferta del producto, en estado natural, y provoca déficit en los ingresos de los agricultores.

El objetivo principal de la propuesta consiste en brindar una salida a la producción que genere ganancias para los agricultores y aprovechar la sobreproducción (para que no se convierta en desperdicio agrícola); por ello, se presenta la alternativa de la reducción del contenido de humedad del tomate, la cual disminuye su actividad enzimática y la capacidad de los microorganismos para desarrollarse sobre el alimento, su deshidratación y empaquetado.

Para tal efecto, se presentan diversos métodos de deshidratación del tomate tales como:

El método osmótico (consiste en colocar el producto en contacto con una solución de azúcar y/o sal, a la cual se le denomina solución osmótica).

Durante la deshidratación osmótica disminuye continuamente el contenido de agua en el tomate mientras el agente osmótico penetra en él [1].

El método solar consiste en colocar el alimento sobre la tierra (acondicionada o alfombrada) o piso de concreto, quedando expuesto directamente al sol.

El método en microondas consiste en precalentar el horno hasta alcanzar una temperatura entre 50°C y 60°C. Una vez que esté caliente, se introduce la rejilla con los tomates condimentados.

De esta manera, varían de artesanales a altamente sofisticados y a gran nivel; induciendo una serie de cambios físicos, químicos y de bioactividad que afectan su aceptabilidad por el consumidor final.

2. La tecnología de deshidratación

La deshidratación es una manera más viable de preservar alimentos altamente efímeros, especialmente frutas y hortalizas, cuyo contenido de agua es típicamente superior al 90%.

Durante el proceso de deshidratación se extrae la cantidad de humedad contenida en el alimento. La mayor o menor facilidad del proceso, está determinado por la resistencia interna del tejido al movimiento del agua y una resistencia externa, que se presenta entre la superficie sólida y el fluido deshidratante, el cual, en la mayoría de los casos, es aire, por la eficiencia del transporte de humedad.

Las principales variables que modulan la velocidad del movimiento del agua en el alimento son el tiempo y la temperatura.

La deshidratación se acelera, pero los atributos cualitativos iniciales del alimento cambiarán drásticamente, conforme se incrementa la temperatura [2].

2.1 Procesos utilizados para la deshidratación del tomate

2.1.1 Deshidratación osmótica

La deshidratación osmótica tiene la ventaja de mantener de mejor manera las características organolépticas (color, textura, sabor y aroma) y nutricionales (vitaminas, minerales y compuestos protectores) de los tomates, lo cual no se logra con la deshidratación térmica.

La deshidratación osmótica también permite reducir los costos de producción, empaque y distribución de esta hortaliza. La deshidratación osmótica permite sacar el contenido acuoso del tomate y permearle la solución utilizada (ya sea salina o dulce). Al incrementar la concentración y temperatura de la solución osmótica y al disminuir la proporción de tomate: solución osmótica, la solución se torna viscosa, causando la disminución del coeficiente de disolución y alterando el proceso de deshidratación.

El azúcar tiene un menor poder osmótico que otros agentes osmóticos. Tsamo [3] (2006)

compararon la deshidratación de rodajas de tomate mediante soluciones saturadas de sal, azúcar y sal-azúcar por 20 h, encontrando que los tomates tratados con sal-azúcar presentaron el menor contenido de humedad, seguido por lo que se trataron con sal y azúcar, respectivamente.

Por otra parte, dos medios osmóticos (40% de sacarosa + 5% de NaCl y 40% de sacarosa + 10% de NaCl) presentaron un mayor poder deshidratante que la sacarosa por sí sola. Se ha hipotetizado que la sacarosa forma una capa que reduce el intercambio de materiales entre el tomate y la solución osmótica, haciendo más lento el proceso de deshidratación. La reducción de agua que típicamente se alcanza mediante la deshidratación osmótica varía del 30 al 60%; sin embargo, en el tomate la deshidratación suele ser mucho mayor. Muestran pérdidas de agua del 81,7-83,5% en tomates deshidratados osmóticamente con una solución azucarada (70°Brix) a 45 y 55°C. Es importante indicar que el intercambio de materiales entre la solución osmótica y el tomate causa el encogimiento y deformación del tejido [3].

la calidad y asegura una distribución rápida y eficiente del calor en el alimento. Con este método el tiempo de secado se reduce significativamente y se obtienen grandes ahorros de energía.

La potencia de salida del microondas desempeña un papel fundamental en la deshidratación del tomate. Al aumentar la potencia se disminuye el tiempo de secado. Sin embargo, las variaciones de potencia en el rango alto no tienen un impacto significativo en tiempo de deshidratación, como tampoco se encuentra diferencias en el tiempo (20min) de deshidratación (88% de humedad) de rebanadas de tomate mediante microondas en el rango alto de potencia (480, 640 y 800W).

No obstante, al disminuir la potencia (160 y 320W) se observa un incremento de 10 a 20 minutos en el tiempo de secado. En general, la calidad de los tomates deshidratados con microondas es considerablemente buena, especialmente en cuanto a firmeza y sólidos solubles totales, sobre todo cuando este método se combina con un pretratamiento de deshidratación osmótica [4].

2.1.2 Deshidratado con microondas

Las microondas causan la polarización de moléculas y una movilidad intensa de sus electrones, debido a la conversión de energía electromagnética en energía cinética. A causa de este movimiento, los electrones chocan entre sí, generando calor como resultado de la fricción.

La aplicación de microondas genera un calentamiento interno y una presión de vapor dentro del producto que suavemente “bombea” la humedad hacia la superficie, reduciendo la resistencia interna del alimento al movimiento de agua y causando su deshidratación. La alta presión de vapor de agua que se genera en el interior del alimento expuesto a microondas puede inducir la formación de poros en el producto, lo cual facilita el proceso de secado. Este método de deshidratación se ha vuelto común, porque previene la disminución de

2.1.3 Deshidratación solar

La deshidratación por exposición al sol es ampliamente practicada en los trópicos y subtropicos. La variante más común y económica de este método consiste en colocar el alimento sobre la tierra (acondicionada o alfombrada) o piso de concreto, quedando expuesto directamente al sol.

La desventaja de esta variante radica en la vulnerabilidad del alimento a la contaminación por polvo, infestación por insectos y hongos productores de aflatoxinas, pérdidas por animales y baja calidad de los productos obtenidos. El proceso de deshidratación mediante la exposición directa al sol puede requerir de 106 a 120h. Otra variante del secado solar consiste en emplear deshidratadores solares tipo túnel, donde el alimento queda protegido del ambiente durante la deshidratación.

La temperatura típica que suele alcanzarse en estos túneles oscila entre los 60 y 80°C, llegando a alcanzar en algunos casos excepcionales hasta 140°C.

Los flujos de calor típicos para estos secadores varían de 202.3 a 767.4 W/m. El deshidratado (11.5% de humedad) de rebanadas de tomate mediante túneles solares suele tardar de 82 a 96h.

Las ventajas de la deshidratación solar radican en los bajos costos de operación y en ser ecológicos, puesto que generalmente no utilizan energía eléctrica o derivada de combustibles fósiles. Se han diseñado e instalado diferentes tipos de deshidratadores solares en diferentes regiones del mundo. En términos generales, los deshidratadores solares se pueden clasificar en dos tipos: los deshidratadores que utilizan exclusivamente fuentes de energía renovables y los deshidratadores que incluyen además, fuentes de energía no renovable, ya sea como fuente suplementaria de calor o para favorecer la circulación de aire [5].

3. Resultado de la deshidratación en el contenido de compuestos preservadores

La deshidratación del tomate causa variaciones en sus niveles originarios de nutrientes y compuestos protectores, por concentración, por deshidratación y por la termolabilidad y oxidación de estos compuestos. El tomate se considera como la fuente principal de ácido ascórbico (vitamina C) para el humano, compuesto que ejerce efectos positivos en la nutrición y la salud. Sin embargo, este compuesto es altamente sensible al calentamiento, al oxígeno y a la luz.

Cuando la deshidratación del tomate se efectúa a baja temperatura y por tiempos cortos, la degradación de vitamina C tiende a ser mínima. En general, la pérdida de vitamina C en tomates a consecuencia de la deshidratación suele ser de entre el 60% y 80% cuando se emplean temperaturas de entre 80 y 110°C. Se

ha observado que la deshidratación osmótica previa a la deshidratación con aire forzado ayuda a reducir las pérdidas de ácido ascórbico. Demostraron que los tomates deshidratados mediante una solución osmótica y luego con aire forzado perdieron 59% de vitamina C, mientras que los tomates que solo se deshidrataron con aire forzado perdieron hasta un 74% de su contenido inicial de vitamina C [7].

3.1 Derivación de la deshidratación en el sabor y aroma

El sabor es uno de los indicadores de calidad más importantes de una fruta y un factor decisivo en la elección de compra del consumidor.

Los compuestos aromáticos del tomate han sido ampliamente estudiados y, aunque se han identificado más de 400 compuestos volátiles, es bien conocido que algunos son esenciales y realmente contribuyen al sabor del tomate.

Sin embargo, al someter los tomates a tratamientos térmicos para su deshidratación, la calidad, en términos de sabor y aroma, se reduce, debido a la pérdida de los compuestos volátiles más importantes, que forman el aroma, produciendo el desarrollo de un sabor excesivamente fuerte.

Una combinación adecuada de las técnicas de deshidratación sería interesante para reducir los cambios indeseables que ocurren, como resultado de la operación de secado, y para mejorar la eficiencia del proceso.

Un ejemplo podría ser la aplicación de una etapa de deshidratación osmótica, seguido de secado con aire caliente, con y sin la aplicación de energía de microondas [6]. Mediante la combinación de estas técnicas, todo el proceso se ve favorecido por las numerosas ventajas proporcionadas por cada uno de ellos.

En el cuadro 1 se presentan las principales derivaciones.

3.2 Cambios cualitativos y cuantitativos

Se puede expresar que en los tomates deshidratados y envasados comúnmente se

Cuadro 1. Resultados de la investigación

Tipo de secado	Condiciones de secado	Efectos generados en otros estudios	Efectos generados actualmente
Osmótica	Aumentos de calorías y, por lo tanto, permite la absorción del Licopeno. Rico en vitamina A. Aumenta y conserva las propiedades.	Calorías 213 en 100 gr; Vitamina A 1280mcg en 100gr Licopeno 5,51mg en 100gr Sodio 266mg en 100gr Grasas 14g en 100gr potasio 1560mg en 100gr magnesio 81mg	Calcio 161.2 mg/100g. Grasa 0.7%. Hierro 7.9% Humedad 39.4 mg/100g. Proteínas 11.6%. Organoléptico satisfactorio. Acidez 1.9%. Ceniza 7.8%.
Natural	Disminuye su sustancias en cuanto a la vitamina A. Disminuye el Licopeno	Calorías 18 en 100gr Vitamina A 833mcg Licopeno 1,74mg Sodio 5mg; Grasas 0.2g; Potasio 237mg Magnesio 11mg	

26

observa una degradación importante de vitaminas, lo cual se produce a través de una variedad de mecanismos, tales como oxidación por la acción de la luz, calor, ácidos, álcalis, oxígeno y sus especies reactivas. La degradación de vitaminas conduce a una disminución del valor nutricional del tomate, llegando a no reflejar las cantidades mínimas fijadas en las etiquetas. La vitamina C es una de las vitaminas que más se degradan en el tomate durante el almacenamiento, particularmente en condiciones de alta humedad y temperatura. Los tomates deshidratados también experimentan cambios de color durante el almacenamiento, como una consecuencia de la oxidación de carotenoides. Los tomates deshidratados almacenados también sufren cambios en sus atributos de sabor y aroma, como consecuencia de reacciones no enzimáticas que se presentan en este producto, sin embargo, estos cambios no están perfectamente caracterizados.

Sin embargo, el envasado al vacío permite la preservación del producto deshidratado, ayudándolo a extender su período de caducidad.

4. Conclusiones

- De los procesos realizados, el recomendado es el deshidratado osmótico, ya que tiene ventajas significativas en cuanto a su preservación de nutrientes y características organolépticas.

REFERENCIAS

- [1] S. J. P. Shirmer, A. Esper, R. Smitabhindu y W. Mühlbauer, *Solar Energy*, vol. 7, n. 2, 1996.
- [2] Toor, R.V., Baroni, A.F. y Hubinger, M.D. Osmotic dehydration of tomato. *Journal of Food Engineering*. vol. 2, 2007.
- [3] Schiffmann, R.F. 1995. Microwave and dielectric drying. En *Handbook of industrial drying*. A.S. Mujumdar (Ed.), New York: USA.
- [4] Singh y Heldman. *Introduction to Food Engineering*, 3rd. ed. Academic Press, San Diego, CA. 2001.
- [5] Fellows, P. *Food processing technology. Principles and practice*. Ellis Horwood. Chichester, USA, 505 pp, 1988.
- [6] Bohuon, P., Collignan, A., Rios, G. M., & Raoult-Wack, A.L. Process in ternary liquids: experimental study of mass transport under natural and forced convection. *Journal of Food Engineering*, n.37, 451-469, 1994.
- [7] Peiro E. Mena A. *Introduction to Advanced Food Process Engineering*, n.3, 2006.

Extracción de zumo de cítricos para la elaboración de repelentes naturales

Citrus juice extraction for the production of natural repellents

Ricardo García¹, Vivian González¹, Adaluz Madrid¹, Jorge Ureña & Alexis Tejedor De León^{2*}

¹Licenciatura en Ingeniería Industrial – Centro Regional de Veraguas – Universidad Tecnológica de Panamá

²Departamento de Materiales y Metalurgia – Facultad de Ingeniería Mecánica – Centro Regional de Veraguas – Universidad Tecnológica de Panamá

Resumen Los repelentes son aquellos que nos defienden de insectos, principalmente de los mosquitos. Es necesario protegerse de sus picaduras, razón por la cual, la presente investigación tiene como objetivo general la elaboración de un repelente a base del zumo extraído de frutas cítricas y verificar, por medio de la observación directa en campo, sobre su efectividad para mantener alejado de la piel humana mosquitos, bajo diferentes condiciones. En los ensayos de laboratorio se pesaron 252g de cáscaras de naranja y se colocaron en maceración por 5 días en una solución de 325mL de alcohol comercial. Datos preliminares obtenidos, indican de que sí es factible la elaboración de repelentes a base del zumo extraído de la cáscara de frutas cítricas y que el mismo presenta una acción repulsiva hacia los mosquitos en las condiciones estudiadas, sin embargo se hace necesario profundizar en futuras investigaciones.

Palabras claves Cítricos, mosquitos, naranja, repelente.

Abstract Repellents are those who defend us from insects, especially mosquitoes. It is necessary to protect their bites, this is why, this research has as general objective the development of a repellent base don juice extracted from citrus fruits and verify, through direct observation in the field, on their effectiveness to keep away mosquitoes from human skin under different conditions. In laboratory tests they were weighed 252g orange peel and placed in maceration for 5 days in a solution of 325ml of commercial alcohol. Preliminary obtained data indicates that if the development of repellents is feasible based on the juice extracted from the peel of citrus fruits and that it has a repulsive action towards mosquitoes in the conditions studied, however it is necessary to make further researches.

Keywords Citrus, mosquito, orange, repellent.

*Corresponding author: alexis.tejedor@utp.ac.pa

de su acción. Dependiendo del porcentaje de concentración en que se encuentre la acción, no sobrepasaría las dos horas.

- En relación a su utilización por parte de niños pequeños, se recomienda consultar previamente al pediatra para que sea este quien indique el tipo de repelente acorde con la edad del niño, teniendo en cuenta la concentración del principio activo del producto así como la cantidad a ser aplicada, la frecuencia de la aplicación, en cuanto a la conveniencia de utilizar repelentes en crema, aerosol, etc.
- El repelente tampoco debe ser colocado por debajo de la ropa, sino únicamente en zonas de piel expuesta.

1.1.4 Recomendaciones

- Se debe tener en cuenta que utilizar mayor cantidad no hace al producto más efectivo, por lo que debe evitarse la aplicación excesiva y reiterada.
- Por último, en caso de experimentar una erupción en la piel u otros síntomas causados por un determinado repelente, el uso del producto debe detenerse de inmediato. Y, luego del lavado con agua y jabón de la zona afectada, debe acudir al médico o a un centro de control de envenenamientos local llevando el producto que ha causado la reacción.

Tomando en cuenta este problema, hemos desarrollado esta investigación que tiene como objetivo general, obtener un repelente extraído de frutas cítricas y verificar su eficiencia en la repulsión de mosquitos.

2. Materiales y métodos

A continuación se explica el procedimiento utilizado para la extracción de repelente a partir de frutas cítricas.

2.1 Ralladura de la cáscara y extracción del zumo

Se procede a rayar las naranjas en pedazos rectangulares de aproximadamente 1*0.5 cm, que luego serán utilizadas para la elaboración del repelente. En la figura 2 a continuación, se presenta una imagen ilustrativa.



Figura 2. Separación de la cáscara de la pulpa de la naranja.

Posteriormente los pedazos de cáscaras rayadas se vierten en un recipiente de vidrio y se le agrega alcohol sobre las mismas, hasta cubrir las por completo, como se puede observar en la figura 3 a continuación.

En las experiencias realizadas se pesaron 252g de cáscaras rayadas y se colocaron en maceración con 325mL de alcohol comercial durante 5 días seguidos.



Figura 3. Mezclado de la cáscara con alcohol.

Normalmente se adiciona la solución extractora en cantidades que sobrepasan la superficie de las cáscaras, en nuestro caso, se

le agregó alcohol 1.5cm sobre el nivel de las cáscaras rayadas.

Con el recipiente conteniendo la mezcla, se cierra herméticamente y se agita vigorosamente por un período de aproximadamente 2 minutos, 3 veces al día, durante 5 días.

Posterior al tiempo de maceración con agitación, se procedió a la filtración de la mezcla y se dejó reposar bajo la incidencia de los rayos solares por 3 días consecutivos. Finalmente se filtra la solución y se guarda para su futura aplicación y utilización.

2.2 Materia prima

La materia prima utilizada para realizar nuestro proyecto fue la cáscara de los cítricos y alcohol comercial.

2.3 Materiales

En esta experiencia de investigación se utilizaron diversos materiales, tales como: naranjas; guantes, rallador, alcohol comercial, papel filtro y recipientes de vidrios con sus tapaderas.

2.4 Ensayos de campo

Bajo diversas condiciones se expuso partes de la piel cubierta con el repelente obtenido y se observó sobre la incidencia o no de mosquitos sobre la región protegida.

3. Resultados y discusión

De las experiencias prácticas realizadas se pudo extraer del zumo de frutas cítricas y con la metodología descrita una solución aceitosa de color amarillo citrino, como se presenta en la figura a continuación.

La elaboración de este repelente, ha despertado en nosotros la curiosidad hacia la investigación intensiva, en este caso enfocada al área de salud. Se tuvo que tomar en cuenta las precauciones adecuadas a sabiendas de la delicadeza de la piel, pero que en ciertas ocasiones está expuesta a los insectos y que



Figura 4. Aceite resultante, listo para mezclar y usarse.

requiere de su protección para evitar futuras enfermedades.

3.1 Prueba en campo

En la figura 5 a continuación, se presenta una fotografía de una superficie de piel con y sin la aplicación del repelente obtenido.

Posterior a la investigación de cómo extraer del zumo de cítricos un repelente, se procedió a la realización de las pruebas pertinentes para verificar la efectividad del producto obtenido.

Se pudo observar, en campo, que al aplicarse el repelente sobre la piel, automáticamente los mosquitos se alejaban del sitio de la piel en donde se le aplicó el mismo; por lo que nos sentimos muy satisfechos en haber alcanzado esta meta.

No obstante, estamos consciente de que aún falta mucho más por mejorar dentro de nuestro proyecto, sin embargo, seguimos fascinados por llevar este producto hasta alcanzar un sitio adecuado y tenerlo al alcance de la población en general, sobre todo a aquella ciudadanía ubicada en lugares cercanos a ríos, quebradas, ciénagas y manglares por ser las más vulnerables a las picaduras de mosquitos.



Figura 5. Prueba del repelente en campo.

4. Conclusiones

Al culminar el presente proyecto en la asignatura Ciencias de los Materiales, se puede concluir:

- Que sí es factible la extracción de un repelente a partir del zumo de la cáscara de frutas cítricas.
- Cabe señalar que la elaboración de este repelente trae muchos beneficios, no solo ambientales, económicos sino también de salud, ya que se podrían evitar las enfermedades transmitidas por los mosquitos.
- Es por ello que nos sentimos complacidos en poder aportar a la ciudadanía un paliativo ante esta plaga.

5. REFERENCIAS

- [1] Davies, F.S. & Albrigo, L.G. (1999). *Cítricos*, (Traducido al español). Año 1999.
- [2] Soler Aznar, J. & Soler, G. (2006), *Cítricos: variedades y técnicas de cultivo*. Ed. 1, Año 2006.
- [3] D. A. Kimball (2002). *Procesado de cítricos*. Ed. 2, Año 2002.
- [4] Digón, A., Husni, A. & Piola, JC. (2016). *Actualización sobre productos repelentes de uso externo*. Online Available: <http://www.sertox.com.ar/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=819>.
- [5] Lascano, V. & Mazzieri, MR. (2009). *Repelentes de mosquitos. Parte 2*. Online Available: <http://cime.fcq.unc.edu.ar/Repelentes%20mosquitos%20parte%20%20dic%202009.pdf>

Desarrollo de una metodología para evaluar la movilidad urbana y el potencial de edificios con espacios de transición

Development of a methodology to evaluate urban mobility and the potential of buildings with transition spaces

Keria Estrada¹, Amílcar Pérez¹, Alejandro Vergara¹ & Jorge Perén^{2*}

¹Facultad de Arquitectura y Diseño – Universidad de Panamá

²Sustainable Building and City Research Group - SusBCity, Ciudad de Panamá

32

Resumen La movilidad urbana, especialmente aquella realizada diariamente por los ciudadanos es de gran interés para el estudio de diferentes temas, que pueden ir desde el transporte urbano al estudio de la dinámica de uso y ocupación de los espacios de transición (públicos) en un pequeño sector de la ciudad o en un edificio. Este trabajo analiza la movilidad urbana en el área de la Plaza Internacional de la Casa Matriz del Banco Nacional de Panamá empleando una encuesta y registrando los patrones de trayectoria de los peatones. Los resultados destacan que la mayoría de las personas que frecuentan el espacio de transición de la Casa Matriz del Banco Nacional de Panamá emplean como medio de transporte el automóvil (33.9%), el autobús (28.4%) y el metro (19.3%). Los patrones de trayectoria de los peatones en el área en estudio en el lapso de tiempo evaluado indican que la mayoría prefiere caminar próximo al espacio de transición generado en la Planta baja de la Casa Matriz del Banco Nacional de Panamá en lugar de usar la acera paralela a la Vía España.

Palabras claves Movilidad urbana, encuesta, espacios de transición.

Abstract Urban mobility, especially the one performed daily by citizens, is of great interest for the study of different topics, ranging from urban transport to the study of the dynamics of use and occupation of transitional spaces (public spaces) in a small sector of the city or in a building. This paper analyzes urban mobility in the Headquarters of the National Bank of Panama employing a survey and recording pedestrian trajectory patterns. The results show that most of the people who frequent the transition area of the Headquarters of National Bank of Panama use car (33.9%), bus (28.4%) and subway (19.3%) as the means of transportation. Pedestrian trajectory patterns in the area under study in the time frame evaluated indicate that the majority prefers to walk close to the transition space generated on the ground floor of the Headquarters of the National Bank of Panama instead of using the sidewalk parallel to Via España.

Keywords Urban mobility, survey, transition spaces.

*Corresponding author: isaacperen@hotmail.com

1. Introducción

La movilidad es una necesidad básica del ser humano porque el desplazamiento de un punto a otro permite al individuo realizar sus tareas cotidianas, fundamento por el cual se considera a la ciudad como centro del desarrollo económico, social y cultural, esencialmente por la capacidad de intercambio y reunión que ofrece. Los factores que facilitan este proceso son: la capacidad de desplazarse, la cantidad de actividades que ofrece un determinado lugar y que tan diversas pueden ser.

El principal problema de la movilidad en las ciudades en desarrollo podría estar vinculado al tamaño de su población; a la alta demanda de vehículos particulares, consecuencia de un transporte público deficiente; a la zonificación y el diseño urbano. En Panamá la movilidad cotidiana de la población es una de las áreas del conocimiento escasamente estudiada. El marco general de este trabajo es desarrollar un método para el estudio de la movilidad diaria de peatones en Panamá, a través del análisis de un determinado espacio urbano con cualidades como: lugar de encuentro, estar, paso y/o conexión, caso de los espacios de transición. De esta manera se selecciona a la Plaza Internacional (Planta baja de la Casa Matriz del Banco Nacional de Panamá), por ser un espacio de transición con dichas cualidades y estar localizado en un área urbana de uso mixto (ver figuras 1 y 2).

Los espacios de transición son áreas semiabiertas con ventilación natural y protección solar [2,3], que dependiendo de su localización, morfología y calidad ambiental, pueden ser excelentes conexiones urbanas.

El objetivo específico de este trabajo es evaluar el patrón de uso de un edificio con espacios de transición y la dinámica de la movilidad urbana en su entorno próximo. La metodología se basa en la recopilación de datos mediante la realización de una encuesta con base en la literatura [4,5] y el mapeamiento de los patrones de trayectoria de los peatones que

atraviesan el espacio de transición en estudio en un determinado lapso de tiempo.

Este trabajo es realizado por un grupo de estudiantes de 3er año de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Panamá, pertenecientes a “SusBCity Research Group”.



Figura 1. Vista general de Vía España y la Plaza Internacional a la derecha. Recuperado de [1].



Figura 2. Mapa de uso de suelo.

1.1 Objetivos

- Desarrollar una metodología de diagnóstico y evaluación basada en un cuestionario que pueda ser aplicado a usuarios de edificios con espacios de transición.

- Evaluar el patrón de uso de peatones que transitan a través o paralelamente a edificios con espacios de transición.

2. Metodología

Este trabajo se desarrolló de la siguiente manera: (1) Se realizó un planteamiento sobre los datos que se deseaban obtener; (2) Se realizó una revisión de la literatura; (3) Se eligió el método de la encuesta; (4) Se diseñó la encuesta de movilidad con un conjunto mínimo de preguntas, con las cuales se pudiese asegurar que la información recolectada sea la esencial y poder ser capaces de desarrollar categorías y estandarizar variables. Se trató, por ende, de puntualizar en preguntas simples y directas, utilizando como referencia la encuesta propuesta por [4] y [5].

Planteamiento de un diseño de encuesta que permitiera recolectar información sin gastar recursos excesivos y a la vez vislumbrar el uso final de los datos para otros estudios o modelos numéricos de movilidad; (5) Con la encuesta piloto, se discutió las ventajas y desventajas del formato escogido. Se estableció un periodo/horario para la realización de la misma; (6) Se efectuó una encuesta piloto para determinar si la encuesta funcionaba y producía los resultados esperados, y así refinar elementos del proceso; (7) Se realizó la encuesta como tal en dos días diferentes y luego se recopiló y procesó los datos. (8) Como complemento, se mapeó el desplazamiento de los peatones en el área en estudio en un determinado lapso de tiempo.

2.1 Caso de estudio

Para este estudio se consideró la Plaza Internacional, ubicada en Vía España, frente a la calle Ricardo Arias (Ver figura 3). Allí se encuentra la Casa Matriz del Banco Nacional de Panamá, el proyecto consta de dos torres (solo una de las cuales es ocupada por el banco) y un volumen de dos pisos (actualmente ocupado por Cable & Wireless Panamá) [6].



Figura 3. Axonometría de la Plaza Internacional. [7].

La unión de los volúmenes conforman una «U» alrededor de un patio abierto hacia la Vía España, creando así, un espacio público, que se integra al sótano de estacionamientos mediante una ancha rampa de cuatro tramos iluminada por un tragaluz [6].

Este edificio fue seleccionado por tener espacios de transición (semi-externos), término empleado en la categorización sugerida por [2] y también mencionada por [3]. Además de estar cerca de paradas de autobuses y de la estación del metro de la Iglesia del Carmen.

2.2 Encuesta

Se creó una nueva encuesta con base en [2], [3]. Es una encuesta personal, en donde, un encuestador interroga y el otro realizaba mediciones y/o observaciones. La encuesta tiene dos grupos de preguntas. El objetivo del primer grupo de preguntas es obtener información sobre el confort térmico y ambiental del lugar, mientras que el segundo grupo está centrado en la movilidad urbana.

En este escrito se presenta solo los resultados del segundo grupo de preguntas de la encuesta realizada el 15 de junio de 2016. La encuesta fue realizada en los periodos de 6:00 a. m. - 8:00 p. m.,

11:00 a. m.-1:00 p. m. y 4:00 p. m. - 6:00 p. m. El día escogido, se debió primordialmente a que era un día de pago, por lo que el flujo de personas en el lugar iba a ser mayor. La misma encuesta, fue realizada también el día 19 de julio de 2016 en horarios de 6:00 a. m. -8:00 a. m. y 11:00 a. m.-1:00 p. m.

La encuesta desarrollada se enfoca en personas en estado sedentario, ya fuese, parado o sentado. Primero se identifican los lugares donde estas personas se agrupan para luego proceder a la entrevista. La localización de cada persona encuestada es registrada en un mapa [7]. Fueron entrevistadas un total de 107 personas, 36% de sexo masculino y 64% del sexo femenino, 1.1% eran menores de 18 años, 51.1% entre 18 a 30 años, 47.8% entre 30 a 50 años.

La figura 4 muestra el mapa de llenos y vacíos con destaque en gris para el espacio de transición en estudio. Esta figura también destaca la localización de la parada de autobuses y la estación del metro de la Iglesia del Carmen, ambas próximas al sitio de estudio.



Figura 4. Mapa de llenos y vacíos.

La figura 5 muestra el total de personas encuestadas en cada uno de los tres períodos del 15 de junio.

Siendo el período de 11:00 a. m. a 1:00 p. m. donde el mayor número de personas estuvieron dispuestas a responder. 32.1% de personas fueron encuestadas en horario de 6:00 a. m. - 8:00 a. m., 51.4% en horario de 11:00 a. m. - 1:00 p. m. y 16.5% en horario de 4:00 p. m. - 6:00 p. m.

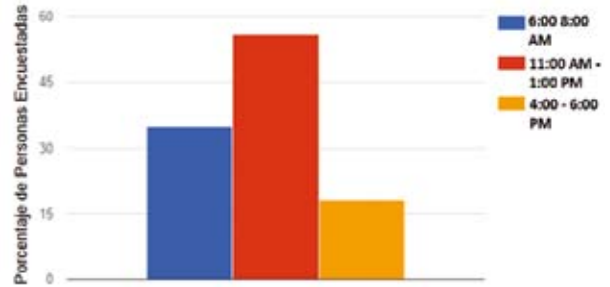


Figura 5. Personas encuestadas según horario.

3. Resultados y discusión

La figura 6 muestra el principal motivo de desplazamiento de las personas que frecuentan el lugar. 49.5% de las personas lo hace por trabajo, 37.8% para realizar diligencias y un 9.9% por ocio.

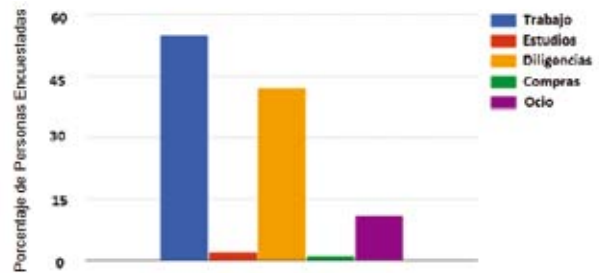


Figura 6. Motivo de desplazamiento.

La figura 7 muestra el medio de transporte utilizado por las personas que frecuentan el lugar, donde el 33.9%, 28.4% y el 19.3% emplea automóvil, autobús y metro, respectivamente.

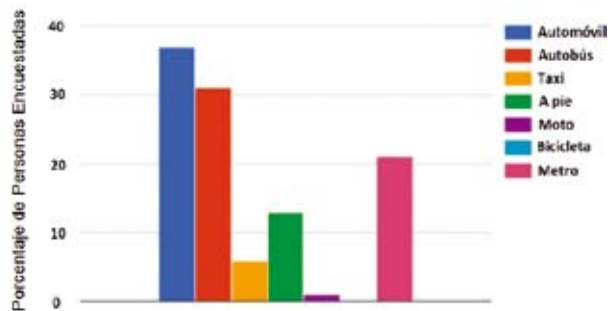


Figura 7. Medio de transporte utilizado.

A un 35% les toma menos de media hora para llegar al sitio. Un 83% de los encuestados se sienten cómodos y seguros desplazándose por el lugar.

3.1 Patrones de trayectoria de peatones

En función del alto porcentaje de personas desplazándose en autobús (28,4%), metro (19,3%) y a pie (13%), como complemento al estudio se realizó un mapeamiento de la trayectoria de los peatones en un determinado lapso de tiempo con el propósito de identificar patrones. La figura 8 muestra el trayecto de peatones (patrón) por porcentaje de personas que caminaron ese espacio de transición entre las 2:00 p. m y las 2:50 p. m.

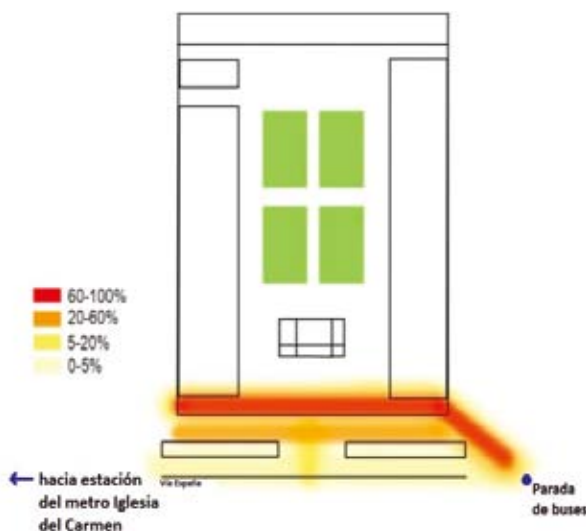


Figura 8. Patrones de trayectoria de los peatones de 2:00 p. m. a 2:50 p. m. del día 8 de noviembre de 2016 indicando que la mayoría prefiere caminar próximo al espacio de transición generado en la planta baja de la Casa Matriz del Banco Nacional de Panamá.

Esta figura muestra claramente que más del 60% de las personas se desplazan hacia el espacio de transición del edificio en lugar de seguir en línea recta para:

(a) Dirigirse de la parada hacia la estación del metro o viceversa; (b) Entrar por el acceso central del edificio; o (c) Simplemente continuar

su trayecto. Este aspecto se debe estudiar más profundamente, pues se identificó que muchas personas se dirigen de la parada del autobús hasta el metro.

3.2 Discusión

La encuesta presentó la dificultad de que las personas no tenían disponibilidad para participar de la misma, debido a que la mayoría trabajaba en el área y se dirigían a su lugar de trabajo, especialmente de 6:00 a. m. - 8:00 a. m.

Los patrones de trayectoria de los peatones en el área en estudio es una investigación en desarrollo, de manera que el análisis presentado en este artículo representa apenas un lapso de tiempo de un solo día. Una evaluación más detallada que considere varios lapsos en diferentes días es necesaria antes de considerar las presentes observaciones como conclusivas.

4. Conclusiones

- Su flexibilidad y sistemática: Puede ser aplicada en cualquier edificio de Panamá, especialmente con espacios de transición.
- Su practicidad: El mismo tomó en consideración el grado de comprensión de las preguntas para facilitar la interacción con el usuario. La base del diseño de la encuesta siempre fue obtener el máximo de información del encuestado con la menor molestia para el mismo, con preguntas simples y directas.
- Lo más notable del proceso de preguntas y respuestas fue que las personas responden mejor a preguntas generales sobre el entorno que a preguntas personales.
- El mejor horario para realizar la encuesta en este lugar, el área de la Plaza Internacional (planta baja) de la Casa Matriz del Banco Nacional de Panamá, frecuentado en su mayoría por personas que trabajan en dicho edificio, es entre las 11:00 a .m. y la 1:00 p. m. Los posibles factores para que este horario sea el mejor

para realizar las encuestas son debido al incremento del flujo de personas por ser horario de almuerzo y debido a cambios de turnos de trabajo en los locales existentes.

Agradecimientos

El grupo de investigación SusBCity agradece a Eindhoven University of Technology (TU/e), Holanda por permitir el acceso remoto a la base de datos Scopus y ScienceDirect. Los autores también agradecen a la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado de la Universidad de Panamá (VIP-UP) por el apoyo, ya que este trabajo es parte del proyecto de investigación “Diseño sostenible del edificio y su impacto en la ciudad” identificado con el código VIP-01-03-01-2016-04.

REFERENCIAS

- [1] <http://mapio.net/pic/p-19213448/>
- [2] C. Chun, A. Kwok, A. Tamura, Thermal comfort in transitional spaces—basic concepts: literature review and trial measurement, *Build. Environ.* 39 (2004) 1187–1192. doi:10.1016/j.buildenv.2004.02.003.
- [3] J.I. Perén, Ventilação e iluminação naturais na obra de João Filgueiras Lima “Lelé”: estudo dos hospitais da rede Sarah Kubitschek Fortaleza e Rio de Janeiro, Universidade de São Paulo, USP-São Carlos, 2006. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-12032007-225829/pt-br.php>
- [4] -12032007-225829/pt-br.php
- [5] S. Dhaka, J. Mathur, A. Wagner, G.D. Agarwal and V. Garg, Evaluation of thermal environmental conditions and thermal perception at naturally ventilated hostels of undergraduate students in composite climate, *Building and Environ.*, vol. 66, pp. 42–53, 2013.
- [6] ASHRAE Standard 55a, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, Atlanta, USA, 1992.
- [7] E.D. Tejeira, Panamá: Guía de Arquitectura y Paisaje = An Architectural and Landscape Guide / Eduardo Tejeira Davis.— Ed. bilingüe [1ª ed.].— Sevilla : Consejería de Obras Públicas y Transportes; Panamá : Instituto Panameño de Turismo, 2007.
- [8] D. Segundo, A. Araúz, A. Mora, J.I. Perén. Primer paso en la eficiencia energética, confort ambiental y sostenibilidad de edificios en Panamá: Percepción ambiental de usuarios de la Casa Matriz del Banco Nacional de Panamá. *Work in progress*.

Diseño y análisis del rendimiento del rotor del aerogenerador Elisa

Design and analysis of the performance of the Elisa aerogenerator's rotor

Marlen Veleiro^{1*}, Raúl Franceschi² & Nacari Marin^{3*}

38

¹Licenciatura en Ingeniería Naval – Facultad de Ingeniería Mecánica – Universidad Tecnológica de Panamá

²Licenciatura en Ingeniería Mecánica – Facultad de Ingeniería Mecánica – Universidad Tecnológica de Panamá

³Docente de pregrado– Licenciatura en Ingeniería Mecánica – Facultad de Ingeniería Mecánica – Universidad Tecnológica de Panamá

Resumen La energía eólica es la tecnología que el mundo está contando para proporcionar una fuente de energía sostenible. El viento es abundante, limpio y renovable, a diferencia de las reservas fósiles que se distribuyen ampliamente en los cinco continentes. Por este motivo, rediseñamos un aerogenerador, el cual hemos denominado ELISA, el rotor posee una forma de disco parabólico capaz de capturar y convertir más energía cinética del viento en energía mecánica, además que dicho rotor se ha desarrollado en base a una resina de poliuretano reforzada con nanotubos de carbono, la cual es más liviana y posee mejores propiedades mecánicas; en consecuencia, permitirá optimizar al máximo la producción energética del aerogenerador.

Palabras claves Aerogenerador, resina de poliuretano, nanotubos de carbono, perfil aerodinámico.

Abstract The world is counting on wind energy to provide a sustainable energy source. Wind is abundant, clean and renewable, instead of fossil reserves that are widely distributed in the five continents. For this reason, we have designed an aerogenerator, called ELISA, the rotor has a parabolic dish shape which can capture and convert more kinetic energy of the wind into mechanical energy, and the rotor is made of polyurethane resin reinforced with carbon nanotubes, which is lighter and has better mechanical properties, in consequence this allow to optimize the energy production of the aerogenerator.

Keywords Aerogenerator, polyurethane resin, carbon nanotubes, aerodynamic profile.

*Corresponding author: nacari.marin@utp.ac.pa

1. Introducción

Los aerogeneradores son una de las tecnologías más innovadoras para obtener energía limpia y sostenible. En este trabajo se propone el rediseño de un aerogenerador, el cual lo hemos llamado ELISA, que significa “Energía Limpia Sustentable y Amigable”. El diseño consiste en un cambio total de su estructura y rotor, pues este posee la forma de un disco parabólico, en lugar de las aspas convencionales empleadas en las turbinas eólicas.

El diseño del rotor fue inspirado en la tecnología de los veleros, ya que una vela es el único sistema capaz de capturar y convertir la mayoría de la energía cinética del viento en energía mecánica. El disco parabólico tiene un movimiento 3D rotacional el cual sigue una trayectoria recíproca capaz de capturar mayor energía cinética del viento. El coeficiente de potencia es mayor gracias a su innovador diseño; por lo que se sitúa en un rango mucho más alto de eficiencia que una turbina convencional (30%-35%), además que sus pérdidas aerodinámicas son mucho menores a su geometría.

Hoy día el mercado de la energía eólica está experimentando serios desafíos, hay enormes presiones para reducir los costos para competir con otras formas de energía. A causa de esta demanda hemos decidido desarrollar el disco parabólico a base de una resina de poliuretano reforzada con nanotubos de carbono.

ELISA no representa una amenaza para las aves que son golpeadas por las aspas de las turbinas tradicionales, además, produce menos contaminación acústica, ya que las vibraciones de las aspas producen dolores de cabeza, náusea e insomnio, y que la rotación de las aspas interfiere en las señales de radio y televisión.

1.1 Obtención del mordiente tánico

ELISA se compone de un cimiento, una torre, una góndola y un rotor como se puede observar en la figura 1.

Para garantizar la estabilidad del aerogenerador se construye el cimiento el cual depende de la consistencia del suelo donde se instala. La torre sostiene a la góndola que soporta toda la maquinaria y el rotor es el componente que convierte la energía del viento en energía mecánica.

Los componentes principales para su funcionamiento se muestran en la figura 2 y estos son: el rotor (1), el buje (2), el eje principal (3), el freno de disco hidráulico (4), el generador eléctrico (5) y el sistema de orientación (6).



Figura 1. Aerogenerador ELISA.

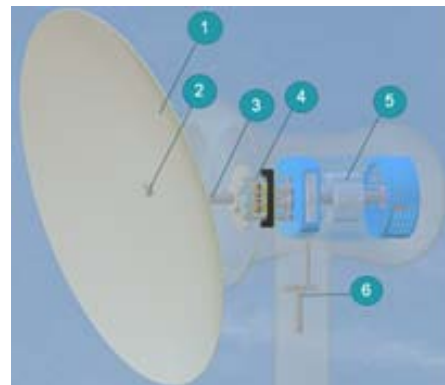


Figura 2. Componentes del Aerogenerador ELISA.

El generador es de anillo multipolo y convierte la energía mecánica en energía eléctrica. Este tipo de generador trabaja sin la caja multiplicadora y hace que esté acoplado de forma directa al aerogenerador. Cuando se producen errores importantes, o peligros para la integridad del aerogenerador; se aplica el freno de disco hidráulico con la máxima presión.

El sistema de orientación tiene como objetivo, colocar el rotor del aerogenerador en un ángulo óptimo con respecto al viento.

2. Modelo matemático

Las fuerzas en el perfil aerodinámico del aerogenerador pueden ser expresadas en función de los coeficientes de arrastre, sustentación y el ángulo del viento. Como se muestra en la figura 3, para el análisis, el disco se puede seccionar en N secciones.

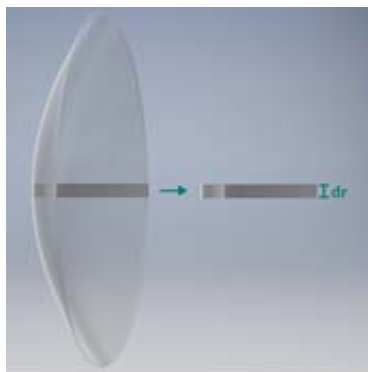


Figura 3. Esquema de la sección N del disco parabólico.

Al analizar las fuerzas en el disco, se nota que la fuerza de arrastre es paralela con el viento relativo y la de sustentación, perpendicular como se muestra en la figura 4 a continuación.

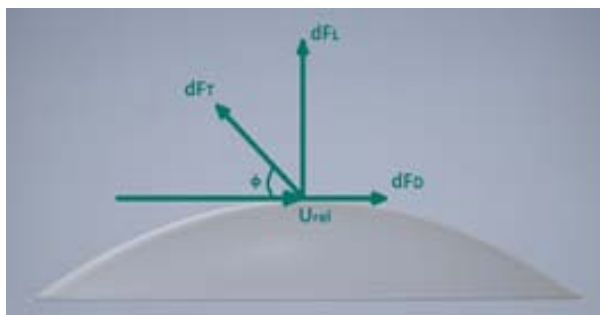


Figura 4. Diagrama de fuerzas del disco parabólico.

A partir de la figura 4, determinamos las siguientes relaciones:

$$dF_L = 1/2 C_l \rho c U_{rel}^2 dr \tag{1}$$

$$dF_D = 1/2 C_d \rho c U_{rel}^2 dr \tag{2}$$

$$dF_T = dF_L \sin \alpha - dF_D \cos \alpha \tag{3}$$

Donde dF_L es la fuerza diferencial de sustentación, C_l es el coeficiente de sustentación, dF_D es la fuerza diferencial de arrastre, C_d es el coeficiente de arrastre, dF_T es la fuerza diferencial tangencial, U_{rel} es la velocidad relativa del viento, α es el ángulo del viento en la posición óptima y c es la longitud de la sección, o sea el diámetro del rotor.

Así pues, tenemos que el torque diferencial con respecto a la fuerza tangencial a la distancia del radio desde el centro está dado por:

$$dQ = r dF_T \tag{4}$$

Reemplazando, el torque diferencial resulta como:

$$dQ = 1/2 \rho c U_{rel}^2 (C_l \sin \alpha - C_d \cos \alpha) r dr \tag{5}$$

El cálculo del coeficiente de potencia se obtiene a partir de la ecuación:

$$dP = \Omega dQ \tag{6}$$

$$P = \int dP = \int \Omega dQ \tag{7}$$

Donde dP es la potencia diferencial, Ω la velocidad rotacional del rotor. P es la potencia generada y R es el radio del rotor, por último, r_h es el radio del rodamiento en el eje del disco parabólico.

$$C_p = \xi / R = [P_{wind}] / [4 / R] n^2 \tag{8}$$

Además, C_p es el coeficiente de potencia, P_{wind} es la potencia, ρ es la densidad del aire y U es la velocidad del viento [1]

$$C_p = \rho * U [P_{wind}] / [4 / R] n^2 \tag{9}$$

3. Materiales de fabricación

El costo de la energía del aerogenerador está relacionado con su costo de instalación, mantenimiento y su eficacia para convertir la energía mecánica en energía eléctrica.

El disco parabólico representa alrededor del 22% del costo del aerogenerador, donde aproximadamente el 30% de la materia prima del disco es la resina, una reducción de esta y del coste de manufactura ofrecerá ahorros significativos [2].

La resina de poliuretano reforzada con nanotubos de carbono, podría servir para reducir el coste total de fabricación hasta un 16% [3].

La resina de poliuretano se produce a través de una reacción entre un polialcohol y un diisocianato que se obtiene mediante un catalizador. El poliuretano posee un sistema de baja viscosidad, posee una excelente resistencia a la tracción (2.96TPa), a la abrasión (86MPa) y un alargamiento a la rotura de más de 7.5%.

El poliuretano es muy atractivo gracias a sus ventajas de procesamiento, los tiempos de endurecimiento son mucho más veloces, por lo que se reduce el tiempo de fabricación y aumenta la productividad. Otra ventaja es que la resina de poliuretano no contiene estireno y no genera contaminantes orgánicos volátiles [4].

Los resultados de los ensayos mecánicos para la resina de poliuretano muestran que este material supera a las resinas de epoxi y vinil éster reforzadas con fibra de vidrio, que son utilizadas actualmente para la fabricación de las aspas convencionales de una HAWT.

Los ensayos de fatiga (ver figura 5) muestran que el poliuretano reforzado dura cerca de 9 y 14.8 veces más que las resinas de vinil éster y epoxi, respectivamente. Al considerar una carga máxima de 68.9MPa aproximadamente, el epoxi se fracturó a 93.216 ciclos, el vinil éster a 57,507 ciclos, mientras que el poliuretano se fracturó solo después de 849,881 ciclos [5].

Además, el esfuerzo último de la resina de poliuretano (155.3 MPa) es mayor que los de la resina de epoxi (133.3 MPa) y la de vinil éster

(129.5 MPa) [6]. Gracias a su alta tenacidad, la resina de poliuretano es superior en operaciones secundarias tales como la perforación, mecanizado y montaje.

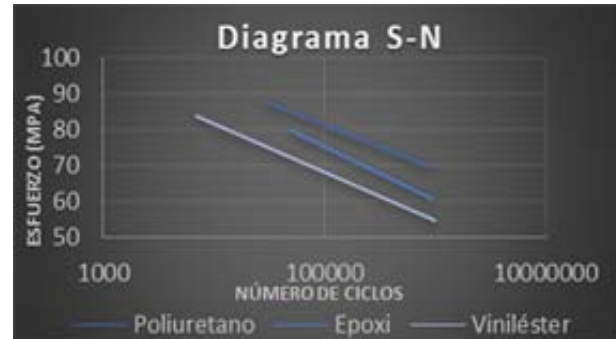


Figura 5. Esfuerzo máximo y números de ciclos de las resinas.

Los bordes perforados y mecanizados exhiben muy poca o ninguna microgrieta en comparación con las demás resinas [7].

Los nanotubos de carbono son una forma alotrópica del carbono, en su forma más perfecta, consta de una lámina de grafito que plegada sobre sí misma genera una estructura acicular hueca. La estructura de los nanotubos de multicapa o MWNTs (*multiwalled nanotubes*) se asemeja a la de una serie de tubos concéntricos, incluidos unos dentro de otros con grosores crecientes desde el centro a la periferia.

Los modelos predicen que la conductividad térmica de los nanotubos puede llegar a ser de 6000 W/m · K a temperatura ambiente, más alta en comparación del diamante que presenta 3320 W/m · K.

De igual modo, son estables térmicamente, siendo estables a 2800°C en el vacío y a 750°C en el aire [8].

Si las propiedades térmicas son sorprendentes, las propiedades mecánicas lo son aún más, la estabilidad y robustez de los enlaces entre los átomos de carbono les proporciona la capacidad de ser la fibra más resistente que se puede fabricar hoy día, los nanotubos son 100 veces más resistentes que el acero y seis veces más ligeros [9].

Por otro lado, frente a esfuerzos de deformación muy intensos los nanotubos son capaces de deformarse notablemente y de mantenerse en un régimen elástico, experimentalmente se ha obtenido un módulo de Young de hasta 0.8 TPa [10].

Así pues, los nanotubos se comportan como resortes extremadamente firmes ante pequeños esfuerzos y, frente a cargas altas, pueden deformarse drásticamente y retornar a su forma original.

Además, aunque se fracturase un nanotubo, como se comportan como unidades independientes, la fractura no se propagaría a los otros colindantes.

En una comparación con otros materiales de refuerzo, se demostró que los nanotubos de carbono son más ligeros por unidad de volumen que la fibra de carbono y aluminio, y conjuntamente, tienen más de 5 veces la resistencia a la tracción de fibra de carbono y más de 60 veces mayor que la de aluminio [11].

4. Resultados

Con el fin de perfeccionar el rendimiento de los perfiles aerodinámicos, se llevan a cabo estudios sobre las fuerzas de sustentación y de arrastre que experimentan en función del ángulo de ataque.

Dichas características aparecen reflejadas en diagramas en los cuales se representan el coeficiente de sustentación C_l , el coeficiente de arrastre C_d , como función del ángulo de ataque y su cociente C_l/C_d .

Utilizando el *software* Xfoil [12] y asignando las propiedades atmosféricas correspondientes del perfil aerodinámico [13], procedimos a simular para el perfil aerodinámico NACA 4415 de una HAWT [14] en comparación del perfil aerodinámico ELISA, como el mostrado en la figuras 6, 7, 8, 9, 10 y 11 y en las tablas 1 y 2 .

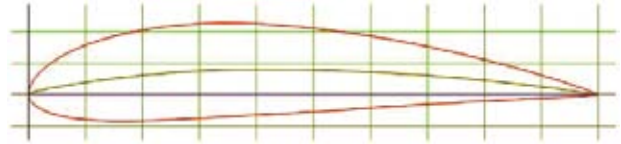


Figura 6. Perfil Aerodinámico NACA 4415.

Tabla 1. Perfil Aerodinámico NACA 4415

Reynolds	α	Max C_l/C_d
100.000	8°	49.2
200.000	6.5°	71.1
500.000	5.75°	97
1.000.000	5.5°	119.1

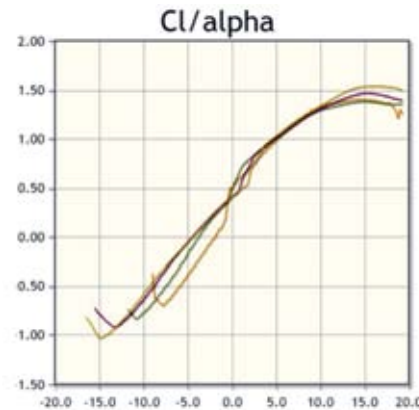


Figura 7. Gráfico C_l vs α del Perfil Aerodinámico NACA 4415.

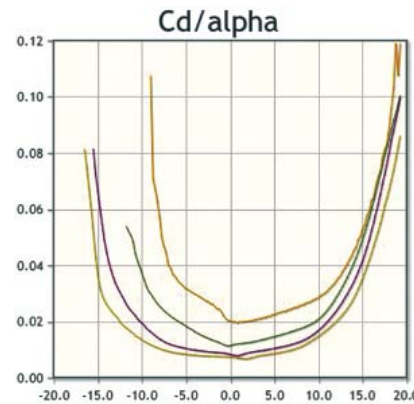


Figura 8. Gráfico C_d vs α del Perfil Aerodinámico NACA 4415.



Figura 9. Perfil Aerodinámico ELISA.

Tabla 2. Parámetros del Perfil Aerodinámico ELISA

Reynolds	α	Max C_l/C_d
100.000	7.75°	66.8
200.000	6.75°	91.2
500.000	5.5°	118.6
1.000.000	5.25°	135.6

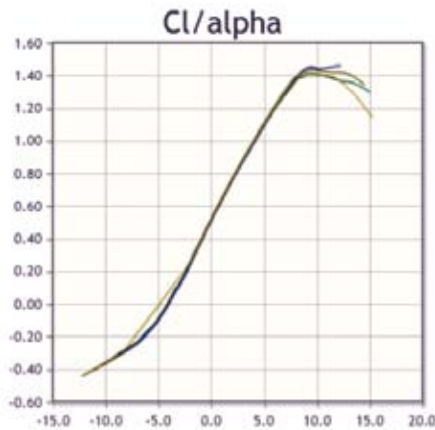


Figura 10. Gráfico 4. C_l vs α del Perfil Aerodinámico ELISA.

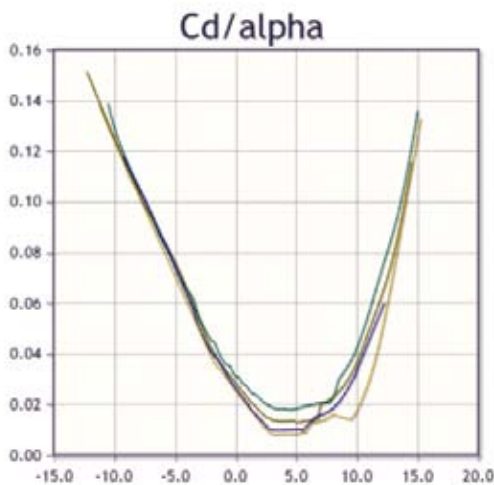


Figura 11. Gráfico 5. C_d vs α del Perfil Aerodinámico ELISA.

5. Resultados y discusión

La relación equivalente entre los coeficientes C_l y C_d para diversos ángulos de ataque, es el retrato del perfil aerodinámico. Las tablas nos muestran el rendimiento aerodinámico, el cual es mayor a medida que la relación C_l/C_d incrementa sus valores, la relación recibe el

nombre de finura aerodinámica. La tangente desde el origen de las coordenadas a la curva polar proporciona la finura aerodinámica máxima para cada ángulo de ataque como se aprecia en las tablas 1 y 2.

En los gráficos 4 y 5, se logra apreciar como las curvas polares ascienden más que las curvas polares de los gráficos 2 y 3; por lo tanto, el coeficiente de potencia del perfil aerodinámico ELISA aumenta; en consecuencia, el aerogenerador tiene un rendimiento mayor que el perfil aerodinámico de una turbina convencional.

6. Conclusiones

Con el análisis de los resultados hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- El aerogenerador ELISA ofrece una eficiente y fiable manera de aprovechar el viento para generar energía limpia y sustentable, y aborda eficazmente el creciente problema del cambio climático al contribuir en los esfuerzos mundiales para lograr un planeta más verde para las generaciones futuras.
- Al sustituir los álabes de una HAWT por un disco parabólico y gracias al movimiento específico, el aerogenerador ELISA es capaz de capturar más energía cinética del viento, ya que posee un gran coeficiente de arrastre. Los gráficos demuestran que es más eficiente debido a que su coeficiente de arrastre y sustentación superan al de una HAWT. El nivel de eficiencia se sitúa en un nivel sobresaliente y su energía generada se incrementa a medida que aumenta la velocidad del viento.
- Además, se demostró que el disco parabólico posee mejores propiedades mecánicas y térmicas, es decir, el rotor es mucho más resistente, ligero y tiene una vida útil mayor que las aspas convencionales, gracias a la resina de poliuretano reforzada con nanotubos de carbono con la cual es fabricada.

En la industria el uso de nanotubos de carbono es más habitual; de manera que, al aumentar la demanda, los costos disminuyen. Por eso al sustituir las aspas costosas, reducir el tamaño del rotor y el peso de la máquina, es posible reducir significativamente los costos de fabricación.

- Al eliminar las aspas y la caja de engranes, las emisiones acústicas y vibraciones son muy bajas, y no contribuye a la contaminación ambiental por ruido. También, por su movimiento recíproco, no se ven afectadas las ondas de radio, de televisión y el sistema de detección por radar.
- Todo esto permite que el aerogenerador ELISA se pueda instalar en zonas urbanas, donde cambiaría la vida de muchas personas que viven en zonas remotas y pobres que no tiene acceso a la electricidad.
- Generar energía limpia, sustentable y amigable es rentable pues abre una nueva perspectiva a los proveedores de servicios públicos grandes, ya que hay una menor dependencia de las fluctuaciones del petróleo, del gas y del precio del carbón.

- [8] K. Jiwon, K. Hyuntae, P. Jaehyung, O. Seunggyun, “Carbon Nanotube”, KUMHO PETROCHEMICAL, Seoul, Jung-Gu, Seoul, Korea.
- [9] S. Mirsky, “A Dose of Our Own Medicine”, Scientific American Magazine, pp. 25, June 2000.
- [10] B. G. Demczyk, Y.M. Wang, J. Cumings, M. Hetman, W. Han, A. Zettl, R.O. Ritchie, “Direct mechanical measurement of the tensile strength and elastic modulus of multiwalled carbon nanotubes”, pp. 177, August 2001.

REFERENCIAS

- [1] J. F. Manwell, J. G. McGowan, A.L. Rogers, “Wind Energy Explained: Theory, Design and Application”, 2nd ed, John Wiley & Sons Ltd., pp. 118-121, 2009.
- [2] Kevin Lambrych, “Composites in Wind Energy”, Ashland Performance Material, 2013.
- [3] Sharon Papke, “Bayer’s New Composite Technology”, Bayer Material Science LLC, 2011.
- [4] Michael Connolly, “A new tunable polyurethane could revolutionize composites”, Composites Technology, February 2011.
- [5] U.E Younes, F.W. Bradish, “Polyurethane Composites for Wind Turbine Blades”, ResearchGate, November 2012.
- [6] U. Younes, “Polyurethane in Composites”, Bayer MaterialScience, SANDIA, 2012.
- [7] L. Manolis Sherman, “Polyurethane Composites: New Alternative to Polyester and Vinyl Ester”, Huntsman Polyurethanes, 2006.

Diseño y prueba experimental de bloques ecológicos a base de materiales orgánicos e inorgánicos

Design and experimental test to ecological bricks based on organic and inorganic materials

Herminio Pérez^{1*}, Kristi Pimentell, Olga De Meza¹ & Mario Hernández Korner²

¹Licenciatura en Logística y Transporte Multimodal – Centro Regional de Panamá Oeste – Universidad Tecnológica de Panamá

²Profesor Asesor - Facultad de Ingeniería Industrial – Centro Regional de Panamá Oeste – Universidad Tecnológica de Panamá

Resumen Este artículo describe el diseño y prueba experimental de bloques ecológicos a base de materiales orgánicos e inorgánicos. Para el desarrollo de este proyecto, se formularon dos diseños experimentales para la fabricación de bloques especificando las dimensiones de los bloques, proporciones, materiales, y peso de los mismos, para luego llevar esos diseños a la realidad y fabricar 8 bloques para cada diseño experimental. Posteriormente se realizaron las pruebas de resistencia a la compresión de los bloques ecológicos basándonos en la Norma Técnica Panameña DGNTI-COPANIT 163-2001 de muestreo y ensayo para bloques de hueco de concreto, y así poder determinar si los bloques ecológicos cumplían con los requisitos de resistencia a la compresión para bloques no estructurales, ya que por sus dimensiones entran en esta categoría, así como lo establece la Norma Técnica Panameña DGNTI-COPANIT 161-2001. Finalmente, los resultados demostraron que las dimensiones de los bloques cumplen en gran parte con requisitos en cuanto a dimensiones que deben cumplir los bloques de 4” x 18” para uso no estructural, y según los resultados de resistencia a la compresión, los bloques sobrepasan los requisitos de resistencia a la compresión con tan solo 20 días de curado, teniendo una resistencia mucho más superior a lo esperado y propuesto.

Palabras claves Bloques, diseño, ecológicos, experimental, inorgánicos, materiales, orgánicos, proporciones, resistencia.

Abstract This article describes the experimental design and testing of ecological blocks based on organic and inorganic materials. For the development of this project we formulated two experimental designs for the manufacture of blocks specifying the dimensions of the blocks, proportions, materials, and also the weight of those materials, then we brought those designs to the reality manufacturing 8 blocks for each experimental design. Later the testing of compressive strength of the blocks was made following the requirements of the Panamanian Technical Standard DGNTI-COPANIT 163-2001 for sampling and testing of blocks to determine if the ecological blocks satisfy the requirements of compressive resistance for non-structural blocks because they fall in this category for their dimensions as well as it is established in the Panamanian Technical Standard DGNTI-COPANIT 161-2001. Finally the results showed that the dimensions of the blocks for both experimental designs comply with the dimensions that must comply blocks of trade name 4 “x 18” for non-structural use, and also the blocks exceed the requirements of compressive strength with only 20 days of curing, having a resistance higher than expected and propose.

Keywords Blocks, design, ecological, experimental, inorganic, materials, organic, proportions, resistance.

*Corresponding author: herminio.perez@utp.ac.pa

1. Introducción

El crecimiento de Panamá y del mundo entero ha desencadenado un gran esfuerzo del área de la construcción encaminado a su adaptación a dicho crecimiento y cambio. Los bloques de concreto han jugado un papel fundamental en las construcciones, desde casas particulares hasta grandes torres y mega puentes [1].

Por otra parte, la contaminación del medio ambiente por desechos inorgánicos, es un problema que crece cada día más, y es de vital importancia el aprovechamiento de esos desperdicios perjudiciales para el medio ambiente, en un proceso que puede generar productos más innovadores.

El desarrollo de este proyecto incluye el diseño y prueba experimental de bloques ecológicos. El diseño, incluirá las mismas características de un bloque de 4" x 18", el cual es un bloque para uso no estructural [2]. Formularemos las dosificaciones a utilizar como parte del diseño de los bloques ecológicos, ya que la fabricación de bloques, implica la dosificación de los materiales a utilizar para la fabricación, es decir que se establezcan las proporciones de los materiales.

Se utilizarán materiales como cemento y gravilla, junto con agregados orgánicos e inorgánicos como cascarilla de arroz, ceniza de cascarilla de arroz, papel periódico, plástico, y tetra pack que reemplazarán parte de los materiales comúnmente utilizados.

En la tabla 1, se presentará la resistencia que deben cumplir los bloques de concreto para uso no estructural. Por cuestiones de tiempo, se medirá la resistencia de los bloques ecológicos después de 20 días a su posterior fabricación. Por esta razón, formularemos nuestra hipótesis en base a la resistencia a la compresión que deberían tener los bloques ecológicos después de 20 días de haber sido fabricados. Posteriormente se realizará el muestreo y ensayo de los bloques ecológicos basándonos en la Norma Técnica Panameña DGNTI-COPANIT 163-2001 para determinar

la resistencia a la compresión promedio de los bloques. Para este ensayo, nos adecuaremos al equipo con el que cuenta la universidad para realizar las pruebas. La idea es que se pueda ejercer carga sobre el bloque y así determinar la resistencia a la compresión promedio para ambos diseños.

El objetivo de este proyecto, es establecer o formular el diseño propio de bloques ecológicos, especificando las características generales de los diseños experimentales para su fabricación, y probar que, por su resistencia a la compresión, pueden ser utilizados en las construcciones del futuro, generando una alternativa más verde y económica.

2. Antecedentes

En Panamá, estudiantes de Ingeniería Agrónoma de la Universidad de Panamá y exconcursantes del premio Odebrecht para el desarrollo sostenible, plantearon un proyecto que consistía en darle utilidad a la cáscara de arroz, creando ceniza de este residuo y convirtiéndolo en un aditivo para el cemento y concreto con el fin de generar bloques híbridos. Este proyecto llevó a los estudiantes de la UP a ganar el segundo lugar en el premio Odebrecht generando esa idea de que se pueden utilizar residuos para crear productos innovadores [2]. Con este proyecto daremos respuesta a dos de los grandes problemas que enfrentan Panamá y el mundo, que son el alto costo de los materiales de construcción, y el incremento de la contaminación ambiental por manos humanas.

3. Marco teórico

En distintos países se han realizado investigaciones y estudios sobre la utilización de nuevos materiales para la fabricación de bloques, además, se han generado nuevos materiales para el área de la construcción, todo esto con el objetivo de reducir los costos de construcción, generar alternativas innovadoras que impacten las construcciones del futuro,

y así darle un nuevo uso a los materiales que muchas veces desperdiciamos y desechamos sin darnos cuenta que su reutilización puede generar grandes cambios que impacten de manera directa al mundo entero [3].

Un primer ejemplo de esto es el cemento alternativo generado en Cuba hecho de 40% de cemento Portland y 60% de residuos sólidos de la industria azucarera. Este cemento puede utilizarse para cualquier tipo de construcción y por su composición es mucho más económico que los cementos tradicionales.

Un segundo ejemplo son los bloques de adobe-cemento, integrados por tierra arenosa, no arcillosa, mezclada en proporción de una parte de cemento y 10 partes de tierra. Y un tercer ejemplo se encuentra en las Universidades de Leeds y de Nottingham en Inglaterra, en donde se ha desarrollado un bloque integrado por vidrio molido reciclado, escoria metalúrgica, y lodos de alcantarillado, que, mezclados con un cementante, adquiere mucha resistencia siendo procesado a alta temperatura [4].

Según la Cámara Panameña para la Construcción, y otras empresas fabricantes de bloques, para la manufactura de bloques, cada fabricante establece su fórmula y consigo los tipos y cantidades de materiales que utilizarán para fabricar un número determinado de bloques, por ende, como parte del diseño, no existe una norma estándar para establecer las proporciones de los materiales. El tiempo de curado de los bloques de concreto es de 28 días, a ese tiempo los bloques deben tener una resistencia del 99%.

3.1 Normas técnicas para el diseño y prueba de bloques

3.1.1 Norma Técnica Panameña DGNTI-COPANIT 161-2001 [2]

La Norma Técnica Panameña DGNTI-COPANIT 161-2001, establece Condiciones y Requisitos Generales que deben cumplir los bloques de concreto para uso no estructural. Esto se muestra a continuación:

- Condiciones Generales (Punto 4 de la Norma).

Para la fabricación de bloques de concreto se deberán utilizar los siguientes materiales:

Cemento Portland Tipo 1.

Agregados (Norma DGNTI-COPANIT 15)

Otros contribuyentes los cuales serán utilizados de acuerdo al producto final especificados por el consumidor.

- Requisitos Generales (Punto 5 de la norma).

Los Bloques de hueco de concreto para uso no estructural se regirán por los siguientes requisitos:

a. Resistencia mínima a la compresión

En la siguiente tabla se muestra la resistencia mínima a la compresión por unidad individual y por promedio de 3 unidades.

Tabla 1. Resistencia mínima a la compresión

	Carga/Área neta
Promedio de 3 unidades	600 lbs/plg ² – 42.2 kg/cm ²
Unidad Individual	500 lbs/plg ² – 35.2 kg/cm ²

Nota: Área neta = área total – área de espacio vacío o área hueco.

b. Dimensiones

Los bloques huecos de concreto de uso no estructural deberán cumplir con los requerimientos de la tabla 2.

Tabla 2. Dimensiones normales para bloques de uso no estructural

Nombre Comercial	Medida Real. Ancho cm (plg)	Medida Real. Alto cm (plg)	Medida Real. Largo cm (plg)
3" x 18"	6.7 (3 5/8")	19.4 (7 5/8")	44.8 (17 5/8")
4" x 18"	9.2 (3 5/8")	19.4 (7 5/8")	44.8 (17 5/8")
4" x 16"	9.2 (3 5/8")	19.4 (7 5/8")	39.7 (15 5/8)
6" x 18"	14.3 (5 5/8)	19.4 (7 5/8")	44.8 (17 5/8")
6" x 16"	14.3 (5 5/8)	19.4 (7 5/8")	39.7 (15 5/8)

Nota: Todas las medidas pueden tener una tolerancia de (+/-) 1/8"

3.1.2 Norma Técnica Panameña DGNTI-COPANIT 163-2001, Métodos de Muestreo y Ensayo para unidades de Mampostería de Concreto [5]

Aspectos importantes para el ensayo de resistencia.

- Equiparar la máquina con bloques y placas de acero para soporte.
- Tomar 3 especímenes para ensayo, dentro de los 3 días a su despacho al laboratorio.
- Realizar la prueba de resistencia a la compresión en base a los procedimientos que establece la norma.
- Registrar los resultados.

Para el ensayo de resistencia a la compresión de los bloques ecológicos nos adecuaremos al equipo con el que cuenta la universidad para realizar las pruebas. La idea es que se pueda ejercer carga sobre el bloque y así determinar la resistencia a la compresión promedio para ambos diseños.

4. Planteamiento de la Hipótesis

Para conocer la resistencia promedio que deben cumplir los bloques ecológicos después de 20 días de haber sido fabricados aplicaremos la regla de tres como sigue:

$$600\text{lb/plg}^2 / 28 \text{ días} = \text{Resistencia en lb/plg}^2 / 20 \text{ días}$$

$$600\text{lb/plg}^2 (20 \text{ días}) = \text{Resistencia en lb/plg}^2 (20 \text{ días})$$

$$\text{Resistencia en lb/plg}^2 = \frac{12000 \text{ lb/plg}^2 / \text{días}}{28 \text{ días}}$$

Resistencia en lb/plg ² = 428 lbs/plg ²

Planteamiento de la hipótesis:

H₀: La resistencia mínima a la compresión para un promedio de 3 bloques después de 20 días de curado es mayor o igual a 428lb/plg² – 30.1kg/cm².

H₁: La resistencia mínima a la compresión para un promedio de 3 bloques después de 20 días de curado no es mayor o igual a 428lb/plg² – 30.1kg/cm².

5. Diseño de los bloques ecológicos y resultados

5.1 Dimensiones de los bloques ecológicos

Los bloques ecológicos para ambos diseños experimentales tendrán las mismas características en cuanto a dimensiones de un bloque para uso no estructural de nombre comercial 4” x 18”. En la siguiente tabla se presentan las dimensiones que tendrán los bloques ecológicos.

Tabla 3. Dimensiones de los bloques ecológicos

Nombre Comercial 4” x 18”	
Ancho cm (plg)	9.2 (3 5/8”)
Alto cm (plg)	19.4 (7 5/8”)
Largo cm (plg)	44.8 (17 5/8”)

Los bloques ecológicos tendrán tres huecos, y sus características y dimensiones se presentan en la siguiente figura.

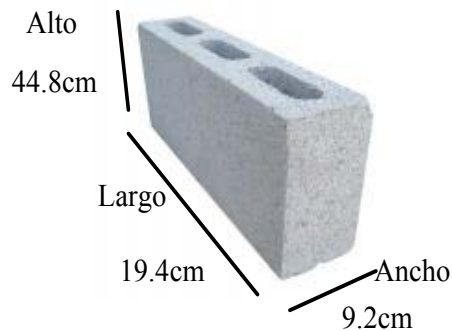


Figura 1. Características y dimensiones de los bloques ecológicos.

5.2 Proceso de fabricación de los bloques ecológicos

El proceso de fabricación de los bloques ecológicos se presenta en la siguiente figura de diagrama.



Figura 2. Diagrama del proceso de fabricación de bloques ecológicos.

5.3 Características de los diseños experimentales

5.3.1 Diseño experimental 1

En la siguiente tabla se presentan los materiales que constituyen los bloques ecológicos para este primer diseño.

Tabla 4. Dimensiones de los bloques ecológicos

Materiales Orgánicos	Materiales Inorgánicos
1. Cascarilla de Arroz	1. Cemento Portland tipo 1
	2. Plástico PET en cuadritos
	3. Papel periódico en cuadritos
	4. Envases de Tetra Pack en cuadritos
	5. Piedra Pulverizada

a. Dosificación para el Diseño experimental 1. Se establecieron las siguientes proporciones de los materiales:

1: 2.5: 4: + Agua en un 12%

En la cual por cada 0.85 kg de cemento, se utilizaron 2.13 kg (2.5 x 0.85 kg) de diferentes materiales agregados (0.88 kg de cascarilla de arroz, 0.43 kg de envases de tetra pack, 0.43 kg de papel periódico, 0.39 kg de plástico PET), y 3.4 kg de gravilla (4 x 0.85 kg), más 0.87 lt de agua (0.87 kg).

En el siguiente gráfico se muestran los porcentajes que representan cada uno de los

componentes del bloque ecológico en base a la suma total de los pesos de todos esos componentes que es de 7.25kg (peso del bloque en kg).

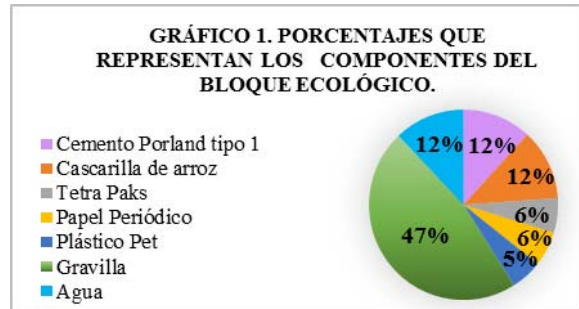


Figura 3. Gráfico de porcentajes que representan los materiales que constituyen el bloque ecológico.

Como se puede observar, el bloque ecológico para este primer diseño, está constituido por un 12% de cemento, 12% de cascarilla de arroz, 6% de envases de tetra pak, 6% de papel periódico, 5% de plástico PET, 47% de gravilla, y 12% de agua. En la siguiente figura, se pueden observar los bloques ecológicos físicos fabricados en base a este diseño experimental.



Figura 4. Bloques fabricados para este diseño.

Se fabricaron 8 bloques para este primer diseño experimental debido a que para prueba de resistencia de compresión se necesitan 3 bloques para poder conocer la resistencia a la compresión promedio.

5.3.2 Diseño experimental 2

Para el diseño experimental 2, se utilizaron los materiales que se observan en la siguiente tabla.

Tabla 5. Componentes de los bloques ecológicos

Materiales Orgánicos	Materiales Inorgánicos
1. Ceniza de cascarilla de arroz	1. Cemento Portland tipo 1
	2. Plástico PET en cuadritos
	3. Papel periódico en cuadritos
	4. Envases de Tetra Pack en cuadritos
	5. Piedra pulverizada

b. Dosificación para el diseño experimental
 2. Se establecieron las siguientes proporciones de los materiales:

1: 2: 6.5: + Agua en un 10%

Para este diseño, por cada 0.82kg de cemento, se utilizaron 1.64kg (2 x 0.82kg) de diferentes agregados (0.48 kg de cenizas de cascarilla de arroz, 0.38kg de envases de tetra pack, 0.37kg de Papel Periódico, 0.40kg de Plástico PET), y 5.33kg de gravilla (6.5 x 0.82kg), más 0.89lt de agua (0.89kg).

En el siguiente gráfico se muestran los porcentajes que representan cada uno de los componentes del bloque ecológico en base a la suma total de los pesos de todos esos componentes que es de 8.68kg (peso del bloque en kg).

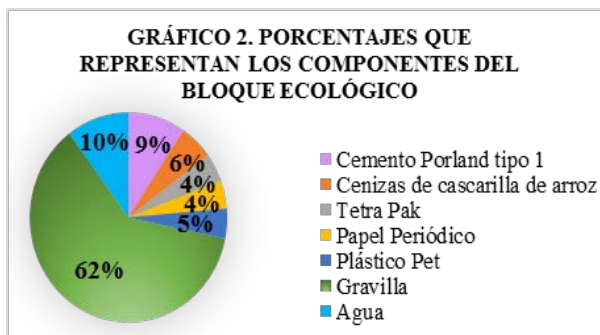


Figura 5. Gráfico de porcentajes que representan los materiales que constituyen el bloque ecológico.

Tabla 6. Dimensiones de los bloques ecológicos

especímenes	Dimensiones reales		
	ancho cm (plg)	largo cm (plg)	alto cm (plg)
1	9.5 (3.7)	45.3 (17.8)	19.5 (7.7)
2	9.3 (3.6)	45.0 (17.7)	19.3 (7.6)
3	9.3 (3.6)	45.5 (17.9)	19.3 (7.6)
promedio	9.4 (3.6)	45.3 (17.8)	19.4 (7.7)

En la siguiente imagen se puede observar los bloques ecológicos físicos fabricados en base a este segundo diseño experimental.



Figura 6. Bloques fabricados para este diseño.

Para este segundo diseño experimental, también se fabricaron 8 bloques por motivos de la prueba de resistencia a la compresión. El siguiente paso será realizar las pruebas de resistencia a la compresión.

6. Ensayo de medición de resistencia a la compresión de los bloques ecológicos

Para el ensayo de medición de resistencia a compresión de los bloques ecológicos, se necesitaron 3 especímenes por cada propuesta de diseño.

En el siguiente diagrama se muestran los procedimientos generales a seguir para realizar el ensayo de resistencia a la compresión de los bloques.



Figura 7. Diagrama de Procedimientos de ensayo de resistencia a la compresión de los bloques ecológicos.

7. Resultados

7.1 Resultados de resistencia a la compresión para los bloques del primer diseño experimental

En la siguiente tabla se presentan las dimensiones de los 3 especímenes identificados y el promedio de las mismas.

Tabla 7. Resistencia a la compresión promedio de los 3 especímenes

Especímenes	Resistencia a la compresión
1	5150 lb/plg ²
2	4740 lb/plg ²
3	3834 lb/plg ²
promedio	4575 lb/plg²

Se puede observar que la resistencia a la compresión promedio de la muestra de 3 especímenes es igual a 4575lb/plg², superior a la que se había propuesto alcanzar.

7.2 Resultados del ensayo de Resistencia a la Compresión para los bloques del segundo diseño experimental

Los resultados de resistencia a la compresión de los bloques ecológicos para este segundo diseño se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 8. Dimensiones reales de los bloques del segundo diseño experimental

Especímenes	Dimensiones reales		
	Ancho cm (plg)	Largo cm (plg)	Alto cm (plg)
4	9.5 (3.7)	45.5 (17.9)	19.5 (7.7)
5	9.3 (3.7)	45.5 (17.9)	19.5 (7.7)
6	9.3 (3.7)	45.0 (17.7)	19.5 (7.7)
promedio	9.4 (3.7)	45.3 (17.8)	19.5 (7.7)

Se puede observar que la resistencia a la compresión promedio para la muestra de 3 especímenes es igual a 8705lb/plg², mucho más superior a los resultados arrojados con los bloques del primer diseño, y por ende superior a lo que se había propuesto.

Tabla 9. Resistencia a la compresión promedio de los 3 especímenes

Especímenes	Resistencia a la compresión
4	9575 lbs/plg ²
5	7890 lbs/plg ²
6	8651 lbs/plg ²
promedio	8705 lbs/plg²

Con estos resultados para ambos diseños experimentales, podemos decir que la hipótesis nula es válida, ya que la resistencia de los bloques es superior a 428lb/plg², rechazando entonces así la hipótesis alternativa.

En el siguiente gráfico se muestra la resistencia a la compresión promedio en lb/plg² de los bloques ecológicos vs la resistencia promedio que deben tener los bloques de concreto después de 20 días de curado.

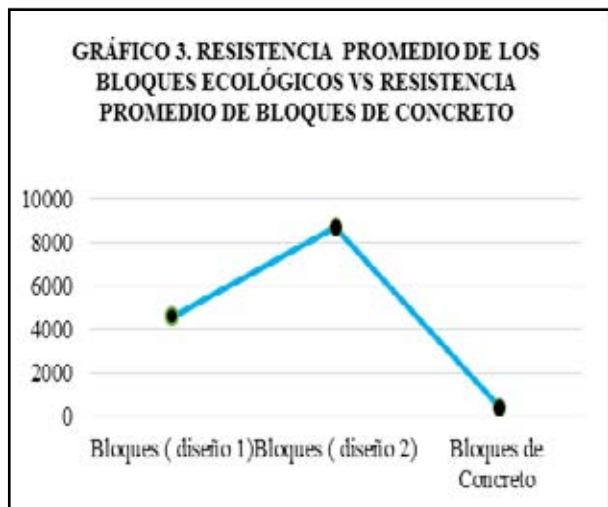


Figura 8. Resistencia promedio de los bloques ecológicos vs resistencia promedio de los bloques de concreto.

7.3 Costo unitario de los bloques ecológicos

El costo unitario de los bloques ecológicos para ambos diseños experimentales fue determinado a través de algunos cálculos que no incluyen el margen de contribución a ganar por la venta unitaria de los bloques, pues en ese sentido estaríamos hablando del precio de los bloques ecológicos. La siguiente tabla, muestra el costo de todos los materiales utilizados para ambos diseños experimentales por peso del saco o bolsa, y el costo por kg de cada uno de ellos.

Los materiales de la tabla 7, enlistan de forma general todos los materiales utilizados para la fabricación de los bloques.

A través del costo por kg, el cual resulta de dividir el costo total de cada material por los pesos indicados, entre el total de kilogramos por saco o bolsa de cada material, podremos determinar los costos unitarios de los bloques, tomando en cuenta las cantidades usadas de cada material.

Costo unitario de los bloques para el primer diseño experimental.

El costo por material, es obtenido de la multiplicación de la cantidad de cada material utilizado para fabricar un bloque por el costo por kg de cada uno de esos materiales. Una vez

Tabla 10. Costos de los materiales utilizados

Rubros o materiales	Peso (Kg)	Costo	Costo/Kg
Saco de cemento	42.4	B/ 9.50	B/ 0.22
Saco de gravilla	11.8	B/ 0.75	B/ 0.06
Saco de cascarilla de arroz	9.07	B/ 1.25	B/ 0.14
Saco de ceniza de cascarilla de arroz	8	B/ 1.25	B/ 0.16
Papel periódico	1	B/ 0.15	B/ 0.15
Plástico Pet	2	B/ 0.10	B/ 0.05
Envases de Tetra Packs	3	B/ 0.15	B/ 0.05

sumados todos los costos por material, obtenemos el costo unitario de los bloques para el primer diseño experimental el cual es de B/ 0.66.

La siguiente tabla, muestra el costo unitario de los bloques para el primer diseño experimental.

Tabla 11. Costo unitario de los bloques del primer diseño experimental

Materiales utilizados/bloque	Peso de los materiales/bloque (kg)	Costo/material
Cemento	0.82	B/ 0.18
Gravilla	5.33	B/ 0.34
Ceniza de cascarilla de arroz	0.48	B/ 0.07
Papel periódico	0.37	B/ 0.06
Plástico Pet	0.40	B/ 0.06
Envases de Tetra Paks	0.38	B/ 0.02
Costo Unitario del bloque		B/ 0.73

Costo unitario de los bloques para el segundo diseño experimental.

Al igual que para el primer diseño experimental, el costo unitario de los bloques

para este diseño es obtenido de la multiplicación de la cantidad de cada material utilizado para fabricar un bloque por el costo por kg de cada uno de esos materiales.

Una vez sumados todos los costos por material, obtenemos el costo unitario de los bloques para el segundo diseño experimental el cual es de B/ 0.73.

La siguiente tabla, muestra el costo unitario de los bloques para el primer diseño experimental.

Tabla 12. Costo unitario de los bloques del segundo diseño experimental

Materiales utilizados/bloque	Peso de los materiales/bloque (Kg)	Costo/material
Cemento	0.85	B/ 0.19
Gravilla	3.4	B/ 0.22
Cascarilla de arroz	0.88	B/ 0.12
Papel periódico	0.43	B/ 0.07
Plástico <i>Pet</i>	0.3	B/ 0.05
Envases de <i>Tetra Paks</i>	0.43	B/ 0.02
Costo Unitario del bloque		B/ 0.66

Diferencia entre los costos unitarios de los bloques ecológicos y bloques convencionales.

La tabla 13 nos muestra los costos unitarios de los bloques de ambos experimentos y bloques convencionales.

Tabla 13. Costo unitario de los bloques para ambos diseños y bloques convencionales

Bloques	Costo Unitario
Primer diseño	B/ 0.66
Segundo diseño	B/ 0.73
Bloque convencional	B/ 0.62

En el siguiente gráfico de pastel se presentan los porcentajes que representan los costos unitarios de bloques ecológicos vs el costo unitario de los bloques convencionales de concreto.



Figura 9. Gráfico de costos unitario de los bloques ecológicos y bloques convencionales.

En base a un 100%, el costo unitario de los bloques del primer diseño experimental representa un 33%, el costo de los bloques del segundo diseño representa un 36%, mientras que el costo de los bloques convencionales representa un 31%, siendo este último el más bajo.

8. Conclusiones

Podemos inferir que este proyecto ha sobrepasado nuestras expectativas, ya que a través de la prueba de resistencia se ha demostrado cumplir con la Hipótesis Nula después de 20 días de curado, lo cual hace interesante saber qué resistencia hubieran tenido los bloques ecológicos con los 28 días de curado, que es el tiempo estándar que se usa para los bloques de concreto, después de su fabricación. En cuanto a las dimensiones de los bloques ecológicos, hubo variantes, pero muy poco relevantes para ambos diseños experimentales. También es importante mencionar que dichas pruebas se realizaron en las instalaciones del Centro Regional de Panamá Oeste. Es importante reconocer que se ha logrado que los bloques cumplan verdaderamente como una

alternativa más sostenible y amigable con el medio ambiente.

Concluimos afirmando que los bloques del primer diseño tienen un costo unitario de B/ 0.66, superior al de los bloques convencionales por B/ 0.04 mientras que los bloques del segundo diseño experimental tienen un costo unitario de B/ 0.73 que también lo hacen superior al costo de los bloques convencionales por B/ 0.11. Los bloques convencionales con costo unitario de B/0.62, son bloques con las mismas dimensiones que los bloques ecológicos (4"x18") y que según la Norma Técnica Panameña DGNTI-COPANIT 161-2001, suelen ser utilizados para uso no estructural, pues su resistencia no es tan alta como la de los bloques estructurales, pero cabe destacar que los bloques ecológicos para ambos diseños experimentales, tienen una resistencia superior a la que deberían tener los bloques para uso no estructural, e incluso sobrepasan la resistencia promedio que deberían tener los bloques para uso estructural. Esta gran diferencia, nos permite hacer hincapié en el hecho de que logramos fabricar bloques ecológicos con una alta resistencia, y con un costo unitario por centavos mayor al costo unitario de los bloques convencionales de 4x18 para uso no estructural.

Es importante mencionar que hemos tenido la oportunidad de fabricar nuevos bloques ecológicos, optimizando los diseños experimentales, para así obtener mejores resultados. Actualmente los bloques están en el proceso de fraguado y se esperará a que tengan los 28 días para que puedan ser sometidos a las pruebas de medición de la resistencia a la compresión y otras que sean necesarias.

9. Recomendaciones

Dentro de las recomendaciones que podemos mencionar están, que en el área de Panamá Oeste deberían existir instalaciones que se encarguen de recolectar y reciclar materiales inorgánicos y por qué no, materiales orgánicos para evitar la contaminación y que los mismos

sean utilizados para ideas innovadoras como nuestro proyecto; además, buscar la manera de incentivar a la población de reciclar para evitar tantas inundaciones que se dan en la época de invierno por no hacer consciencia del daño que le estamos haciendo al planeta, también sería bueno que la Universidad Tecnológica de Panamá, específicamente en el Centro Regional de Panamá Oeste, contara con los equipos apropiados para realizar las diversas pruebas necesarias para la ejecución de proyectos asignados. Es recomendable también, realizar las pruebas que sean necesarias para que los bloques ecológicos puedan ser considerados bloques para uso estructural por su alta resistencia a la compresión

10. Limitaciones

Las limitaciones que se presentaron o se dieron en este proyecto más que nada se basaron en la carencia de máquinas industriales que ejecutaran la acción de triturar tanto los materiales orgánicos como los materiales inorgánicos, ya que por lo menos en los materiales inorgánicos se tuvo que hacer de forma manual con cada uno de los materiales que expusimos para cada diseño experimental. En el caso de los materiales orgánicos, intentamos con diversos restos de frutas y cáscaras, pero se nos dificultó a la hora de lograr su trituración, por consiguiente, por la falta de tiempo, decidimos solo experimentar con la cascarilla de arroz entera y en ceniza. Adicional, que como el proyecto es experimental, requería de un poco más de tiempo, en el curado del bloque ecológico, también tuvimos problemas al momento de realizar la prueba de resistencia por algunas fallas en la máquina, lo cual nos atrasó un poco.

Agradecimientos

Este proyecto fue posible gracias a nuestro profesor asesor el Ing. Mario Hernández y al Ing. Neil Soto, quienes nos guiaron y nos brindaron las recomendaciones necesarias para

desarrollar un proyecto de calidad. Agradecer de igual forma, apoyo del señor Juan González quien nos abrió las puertas de su fábrica para poder llevar a la realidad nuestros diseños experimentales y fabricar los bloques ecológicos.

Por último, agradecer el apoyo del Lic. Azael Leones y los trabajadores del área del taller del Centro Regional de Panamá Oeste por su gran cooperación y disposición para realizar los ensayos de resistencia a la compresión de los bloques.

REFERENCIAS

- [1] Puentes, D. (20 de Julio de 2012). Nosmudamos.net. Recuperado el 3 de Junio de 2016, de Mosmudamos.net: <http://www.nosmudamos.net/>
- [2] Industrias., M. d. (2001). NORMA TÉCNICA PANAMEÑA DGNTI-COPANIT 161-2001. Panamá.
- [3] Arroz, R. d. (10 de Junio de 2015). Ruta de Arroz. Recuperado el 3 de Junio de 2016, de <http://www.rutadearroz.com>
- [4] Sandoval, C. A. (2013). Tesis "Empleo de Bloques con basura en la Construcción como una alternaiva de reciclaje". Médico D.F.
- [5] Industrias, M. d. (2001). LA NORMA TÉCNICA PANAMEÑA DGNTI-COPNIT- 163-2001, Métodos de muestreo y ensayo para unidades de Mampostería mampostería de concreto.

Energías no convencionales: eólica y fotovoltaica aplicadas a las regiones secas de Panamá

Non conventional energies wind power and photovoltaic energy applied to dry areas of Panama

Lanneth Barrera¹, Elaine Cortés¹, Mauricio Méndez¹, Juan Mendoza² & Viccelda Domínguez³

¹Licenciatura en Ingeniería Ambiental – Facultad de Ingeniería Civil - Universidad Tecnológica de Panamá

²Licenciatura en Ingeniería Civil –Universidad Tecnológica de Panamá

³Departamento de Hidráulica, Sanitaria y Ciencias Ambientales -Facultad de Ingeniería Civil – Universidad Tecnológica de Panamá

Resumen La mayor parte de la demanda energética nacional proviene de centrales térmicas (26.3%) e hidroeléctricas (61%) que afectan el medio ambiente, 8.2% autogenerador, 0.2% intercambio y el resto de centrales renovables (4.3%). Con el propósito de aumentar el porcentaje de generación eléctrica de manera sostenible y mejorar la calidad de vida de las poblaciones más necesitadas, resulta necesario este estudio que se encarga de la generación de un procedimiento efectivo para analizar el potencial eólico y fotovoltaico de estas regiones. Las regiones secas son un área potencial de estudio para la instalación de estas energías, debido a las condiciones naturales que presentan estas regiones. Se realizó un análisis de las diferentes áreas secas de la República de Panamá utilizando las ecuaciones de Masson, velocidad del viento, densidad de energía y la data de viento, radiación solar de diez años de la *National Aeronautics and Space Administration* de los Estados Unidos (NASA) y los mapas ambientales interactivos del Ministerio de Ambiente. En base al potencial energético y la necesidad de suministro eléctrico se escogieron las siguientes zonas aptas para la implementación de sistemas híbridos: Chichica en Ngäbe-Buglé, Las Minas en Herrera y El Retiro en Coclé. Se recomienda realizar estudios de validación en campo e incorporar a las poblaciones beneficiadas explicándole los beneficios que obtendrán específicamente a través de la dotación de energía renovable, mejora de su calidad de vida y la contribución al desarrollo sostenible.

Palabras claves Demanda energética, eólica, fotovoltaica, energía, sistema híbrido.

Abstract Most of the national energy demand comes from thermal (26.3%) and hydroelectric (61%) plants that affect the environment, self-generating energy with 8.2%, 0.2% by exchange and the rest with renewable power plants (4.3%). In order to increase the percentage of electric generation in a sustainable way and improve the quality of life of the neediest populations, this study is necessary which talks about the generation of an effective procedure for the analysis of the Wind Energy and Photovoltaic potential of these regions. The dry regions are a potential area of study for the installation of these energies, due to natural conditions presented by these regions. An analysis of the different dry areas of the Republic of Panama was performed using the equation of Masson, wind speed, energy density and the data of wind; the solar radiation in ten years of the National Aeronautics and Space Administration of the United States (NASA) and interactive environmental maps of the Ministry of Environment. Based on the energy potential and the need for power, the following areas were selected for the implementation of hybrid systems: Chichica in Ngäbe-Buglé, Las Minas in Herrera and El Retiro in Coclé. It is recommended to perform field validation studies and incorporate beneficiary populations explaining them the benefits they will specifically through the provision of renewable energy, improving their quality of life and contributing to sustainable development.

Keywords Energy demand, wind, photovoltaics, energy, hybrid system.

*Corresponding author: viccelda.dominguez@utp.ac.pa

1. Introducción

Desde el punto de vista de aprovechamiento del hombre, las fuentes de energía pueden ser: fuentes de energía convencionales (termoeléctricas, hidroeléctricas, y nucleoeeléctricas) y fuentes de energía no convencionales (eólicas, fotovoltaicas, biomasa, mareomotriz y geotérmicas) [1].

En los últimos años Panamá ha experimentado grandes cambios en el sector energético, ofreciendo una mejor vida en la población, a pesar de su aumento en el costo.

Como se observa en la tabla 1, actualmente, un 61% de la capacidad instalada corresponde a hidroeléctricas, 26.3% a térmicas (bunker, diésel y carbón), 8.2% autogenerada, 0.2% intercambio y 4.3% a renovables que incluyen el parque eólico construido en Coclé y una central de 2 megavatios de energía solar instalada en Sarigua, provincia de Herrera [2].

Tabla 1. Distribución del uso de fuentes energéticas en la República de Panamá

Fuentes de energía	Distribución del uso de energía (%)		
	Año 2013	Año 2014	Año 2015
Hidroeléctricas	56.2	53.3	61
Termoeléctricas	36.7	32.2	26.3
Eólica	0.0	1.2	4.1
Solar	0.0	0.0	0.2
Autogenerador	6.3	11.2	8.2
Intercambio	0.9	2.1	0.2

Fuente: Plan Energético Nacional 2015 – 2050. Secretaría Nacional de Energía 2016.

Las fuentes de energía convencionales son la solución a un problema; sin embargo, impiden el desarrollo sostenible, ya que son causantes de la contaminación y aportan al calentamiento global. Aunque se considere a la energía hidráulica como energía renovable, esta implica la deforestación en grandes áreas para la construcción de embalses y además, la disminución de los caudales ecológicos que sostienen los ecosistemas acuáticos y la energía termoeléctrica involucra el uso de combustibles fósiles dañinos para el ambiente (aire, suelo y agua) [3].

En Panamá aproximadamente 4 de cada 10 personas vive en pobreza total, erradicar la pobreza extrema y el hambre es el primer Objetivo de Desarrollo del Milenio (ODM) de la Organización de las Naciones Unidas [4], esto involucra mejorar la calidad de vida de las personas, y el obtener energía eléctrica es fundamental para este propósito.

Esta investigación tiene como propósito estudiar las regiones del país con mayor necesidad de energía eléctrica, incorporando de manera indispensable el estudio de las regiones geográficas aptas para la utilización de la energía eólica y fotovoltaica.

Las energías renovables son alternativas aptas para el problema de la obtención de la energía eléctrica sin contaminar ni alterar de manera negativa el medio ambiente y a la población. Por ello es necesario conocer las regiones geográficas idóneas para el uso de la energía eólica y fotovoltaica, ya que de esta manera se puede contribuir a la conservación del medio ambiente, este proyecto es un modelo de gestión energético que aporta al cumplimiento del primer y séptimo ODM de erradicar la pobreza extrema y garantizar la sostenibilidad ambiental, respectivamente.

Además, esta investigación sirve como fuente de información hacia la sociedad, contribuye a la educación ambiental y múltiples beneficios para la comunidad de la región. Por otra parte este trabajo es una herramienta importante como modelo a seguir para cumplir el Plan Energético Nacional 2015-2050.

Investigaciones internacionales como la de Mahtta Richa et al. (2014) encontraron que para determinar regiones con potencial de distrito en cuanto a la energía solar concentrada (CSP) y plantas de energía a base de tecnología solar fotovoltaica centralizada (SPV) en India, utilizó la evaluación en base de la media de teledetección: Irradiancia Global Anual Horizontal (GHI), datos de radiación solar (GHI y DNI), datos de terreno y Modelo de Elevación Digital (DEM) del SIG (Sistema de Información

Geográfica), incluyendo el empleo de criterios de uso del suelo y la topografía para excluir sitios no adecuados para el aprovechamiento de la energía solar. [2]

En Panamá se ha aprovechado el clima de regiones específicas con potencial energético renovable para el desarrollo potencial de la energía eólica y fotovoltaica. Actualmente el mayor potencial eólico en nuestro país está en la costa norte de Colón, Veraguas y Bocas del Toro, al Este de la provincia de Azuero, en el Archipiélago de las Perlas y en algunos puntos altos de la cordillera central, como Cerro Tute [6]. Mientras que, para la energía solar, se ha establecido ya el Arco Seco, que se extiende desde Coclé, Los Santos, Herrera hasta Veraguas, es el área donde menos llueve en el país [7].

Para este proyecto se utilizaron como casos de estudio los corregimientos de Chichica en Ngäbe-Buglé, El Retiro en Coclé, Las Minas en Herrera debido a la necesidad de energía eléctrica y su importante potencial eólico y fotovoltaico.

1.1 Regiones secas de Panamá

Existe un diagnóstico de las tierras secas y degradadas de Panamá que sustenta el Plan de Acción Nacional de Lucha contra la Sequía y la Desertificación de Panamá, en ella se reconoce la existencia de cuatro 4 áreas críticas (figura 1) sujetas a procesos de sequías y degradación de suelos debido a la interacción entre las poblaciones humanas y la naturaleza; estas son: Cerro Punta, Comarca Ngäbe-Buglé, el Arco Seco y la Sabana Central Veragüense [7] [8]. En total comprenden una superficie de 20.787,57 kilómetros cuadrados y una población estimada en 824.747 personas [9].

1.2 Terreno en Chichica de Ngäbe-Buglé

La Comarca Ngäbe-Buglé se caracteriza por su terreno montañoso, pendientes pronunciadas y suelos pobres en nutrientes generalmente con contenido roca alta, todas las características que hacen difícil la agricultura.



Figura 1. Regiones secas de Panamá.

En la vertiente del Pacífico hay un tiempo ventoso seco (diciembre a abril) y una estación húmeda [8]. En mayoría de la región, los viajes se realizan a pie o a caballo, ya que solo hay un camino de acceso durante todo el año que lleva en la comarca de San Félix, una ciudad conectada a la carretera interamericana a través de Las Cruces [10] [11].

1.3 Terreno en El Retiro de Coclé

El corregimiento El Retiro, distrito de Antón en Coclé [9] posee un relieve que está representado por: montañas, llanuras, cerros bajos y colinas [12]. Su clima es tropical de sabana, la cual presenta una estación seca prolongada [8]. Los suelos presentan pérdida de la capacidad productiva y la degradación de los mismos por causas antropogénicas, como lo es la agricultura de subsistencia migratoria, con prácticas agrícolas y pecuarias no sostenibles [13].

1.4 Terreno en Las Minas de Herrera

El distrito de Las Minas perteneciente a la provincia de Herrera de acuerdo con la clasificación climática Köppen, tiene un clima tropical de sabana.

En las costas y tierras bajas se encuentra el bosque seco o selva tropófila, altamente intervenida y alternada con extensas sabana. Generalmente se distinguen dos estaciones, la seca y la lluviosa.

La primera de ellas se extiende desde finales de noviembre hasta inicios de mayo, y

la segunda, desde mayo hasta noviembre, con menor intensidad que en el resto del país [13].

1.5 Terreno en Las Minas de Herrera

El distrito de Las Minas perteneciente a la provincia de Herrera, de acuerdo con la clasificación climática Köppen, tiene un clima tropical de sabana. En las costas y tierras bajas se encuentra el bosque seco o selva tropófila, altamente intervenida y alternada con extensas sabana. Generalmente se distinguen dos estaciones, la seca y la lluviosa.

La primera de ellas se extiende desde finales de noviembre hasta inicios de mayo, y la segunda, desde mayo hasta noviembre, con menor intensidad que en el resto del país [2].

1.6 Brillo solar y velocidad de vientos

El brillo solar representa el tiempo total durante el cual incide luz solar directa sobre alguna localidad, entre el alba y el atardecer [14] [15].

En Panamá los mayores índices se encuentran al Oeste del país. En Panamá la energía eólica se puede aprovechar durante todo el año, pero con cierta variación en algunos meses y la energía solar es de mayor aprovechamiento durante la temporada seca, justo cuando no hay lluvias y las hidroeléctricas reducen su producción y hay mayor brillo solar [1] [14].

Apenas un 2% de la energía solar que llega a la Tierra se convierte en energía eólica y solo se puede aprovechar una pequeña parte de ella. Aun así, se ha calculado que el potencial eólico es unas veinte veces el actual consumo mundial de energía, lo que hace de la energía eólica una de las fuentes de energía renovable más importantes. (Agencia Insular de la Energía de Tenerife, 2014) [16].

Como muestra el Mapa Eólico de Panamá (figura 2), el mayor potencial eólico en la República de Panamá está en la costa norte de Colón, Veraguas y Bocas del Toro, al Este de la provincia de Azuero, en el Archipiélago de las Perlas y en algunos puntos altos de la cordillera central, como Cerro Tute [3] [16].

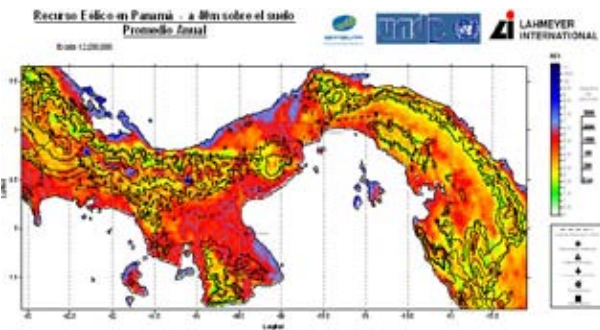


Figura 2. Mapa eólico de ETESA.

El potencial eólico de estas áreas es muy alto, pero un sistema eléctrico no puede depender de un solo tipo de energía, aunque la energía eólica sea verde, barata, competitiva.

Es por esta razón que es necesario aprovechar también el potencial fotovoltaico, generando un sistema híbrido.

2. Materiales y métodos

Para la investigación se realizó el análisis de diferentes mapas y datos geográficos del país, para la categorización y la posibilidad de la utilización de las áreas para la energía eólica y fotovoltaica (figuras 1 y 2).

Se escogieron las áreas secas a estudiar, basándose en el diagnóstico de las Tierras Secas y Degradadas de Panamá que sustenta el Plan de Acción Nacional de Lucha contra la Sequía y la Desertificación de Panamá.

Para el análisis de diferentes parámetros, se utilizaron mapas geográficos virtuales, estos fueron: el mapa interactivo de Cobertura Boscosa de MIAMBIENTE para observar la cobertura boscosa de las áreas estudiadas y examinar el potencial de terreno para la instalación de energías eólicas y fotovoltaicas, y el mapa de la Capacidad del Uso del Suelo 2008.

Utilizando los cuadros “Algunas características importantes de las viviendas particulares ocupadas y de la población de la República, por provincia, distrito, corregimiento y lugar poblado: Censo 2010”, proporcionado por la base de datos de INEC (Instituto Nacional

de Estadística y Censo), se analizaron cuáles eran los poblados críticos dentro de estas áreas secas que no contaban con un suministro eléctrico, y de esta manera calcular la demanda energética y la densidad de energía disponibles para la implementación de la energía eólica y fotovoltaica [17]. A continuación, se presenta una tabla con las coordenadas de las áreas seleccionadas para el estudio, tomando en consideración las viviendas que se encuentran sin servicio eléctrico.

Tabla 2. Áreas seleccionadas para el estudio

Corregimiento, Provincia o Comarca	Longitud	Latitud	Hogares sin electricidad
Chichica - Ngäbe-Buglé	-81,652	8,362	910
El Retiro - Coclé	-80,201	8,507	161
Las Minas - Herrera	-80,753	7,802	1095

Las coordenadas geográficas UTM de estas áreas a estudiar se ingresaron a la base de datos “NASA *Surface Meteorology and Solar Energy: RETScreen Data*” para obtener los datos promedios de radiación solar diaria y velocidad de los vientos por mes registrado en estas áreas [18].

Se analizaron datos como el del brillo solar en Panamá, a través de la tabla proporcionada por la Contraloría de Panamá llamada: Promedio de brillo solar registrado en algunas estaciones meteorológicas de la República, por mes, según provincia y estación: año 2014.

Se realizó una inspección de la radiación global mundial que existe en área estudiada, a través de la base de datos de la *National Aeronautics and Space Administration* de los Estados Unidos (NASA) “*Surface Meteorology and Solar Energy: RETScreen Data*” [19].

Se obtuvo la conversión a brillo solar a través de la fórmula de Masson (1966), esta establece una relación entre la radiación solar sobre una superficie horizontal, en *langleys* (Ly) por día ($86.4Ly=1KWh/m^2$), y el número de horas de

brillo solar (n). H es la radiación solar global diaria. [20]. La expresión se presenta en la ecuación (1):

$$H = 60 + ((1406,2 * n^2) + (7426,6 * n))^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

NASA *Surface Meteorology and Solar Energy* (SSE): *RETScreen data* es un conjunto de datos que proporciona una velocidad media mensual del viento a 10 metros sobre el suelo que se ha registrado a lo largo del SSE versión 4 (aproximadamente 10 años), porque nuevos conjuntos de datos no proporcionan suficiente información acerca de los tipos de vegetación / superficie.

La base de datos del tiempo RETScreen se utilizó para probar las incertidumbres en las SSE versión 4 [17]. Los datos de radiación solar para SSE versión 6 fueron obtenidos de los programas de satélite y de investigación de reanálisis de la Dirección de Misiones Científicas de la NASA. Parámetros basados en los datos solares y/o meteorología se derivaron y validados basados en las recomendaciones de los socios en la industria energética [18].

Para determinar las velocidades de los vientos a la altura de estudio se utilizó la ecuación (2):

$$V(h) = V_o * \left(\frac{h}{h_o}\right)^{\alpha} \quad (2)$$

V(h) = Velocidad del viento que se desea estimar, a la altura h del suelo, en m/s.

V_o = Velocidad del viento conocida a una altura h_o, en m/s.

h = Altura a la que se quiere estimar la velocidad del viento, en m.

h_o = Altura de referencia, en m.

α = Valor que depende de la rugosidad existente en el emplazamiento (valor adimensional). Dependiendo del terreno los valores varían: liso (mar, arena, nieve) 0,10-0,13, rugosidad moderada (hierba, cultivos) 0,13-0,20, rugoso (bosques, edificaciones) 0,20-0,27, muy rugoso (ciudades) 0,27-0,40.

Se tomó como referencia la velocidad promedio mensual conocida del viento a los 10 m, en los lugares de estudio, dato obtenido del NASA Surface meteorology and Solar Energy (SSE): RETScreen data. La rugosidad perteneciente al área es rugosidad moderada y se tomó el valor máximo: 0,20.

Para calcular la densidad de energía eólica mensual (E) en (kWh/m²) en el sitio y a la altura del eje del aerogenerador que se prevé instalar, se utilizó la ecuación (3). [19].

$$E = \frac{1}{2} * \frac{(densidad\ del\ aire) * (Fc) * V^3 * 720\ h}{1000 \left(\frac{W}{kW}\right)} \quad (3)$$

Fc (factor cúbico): depende de la distribución de frecuencias de velocidades en el sitio escogido, y se asume que es una distribución de Rayleigh teniendo un valor Fc = 1,91 [19].

La densidad del aire varía según la temperatura mensual en el área.

V: es la velocidad media anual en el sitio seleccionado.

Se calculó el consumo anual por vivienda en los sectores estudiados mediante una calculadora proporcionada por ENSA [20], asignando un consumo mensual de 35kWh que equivale el uso de televisor por 5 horas, 4 focos led de 5W por 5 horas y un radio por 2 horas. Como un complemento se compararon los datos de fuentes energéticas obtenidos en una de las áreas de estudio con regiones de América Central, donde se obtiene energía por fuentes no convencionales; los datos para esta comparación se obtuvieron del “NASA Surface Meteorology and Solar Energy: RETScreen Data”.

3. Resultados y discusión

A través del análisis de la tabla de brillo solar en Panamá, proporcionada por la Contraloría de Panamá [16], se encontró que los mayores potenciales de brillo solar están al Oeste del país. Chiriquí con un promedio anual de Brillo de 6.9 h comparado con Los Santos que tiene 5.7h y Veraguas 3.1h.

El interés es el de encontrar regiones donde la población carece de energía eléctrica y poseen potencial para la implementación de energía eólica y fotovoltaica como la de Coclé, Herrera y Ngäbe-Buglé, pertenecientes a regiones que se encuentran entre las de mayor necesidad de energía [14], pobreza [22] y áreas secas de Panamá [4]. Utilizando las ecuaciones (1, 2, 3) y los datos de la NASA Surface Meteorology and Solar Energy (SSE): RETScreen data se obtuvieron los siguientes resultados para la tabla 3:

Tabla 3. Resultados anuales de densidad de energía, brillo solar y velocidad promedio de los vientos en las áreas seleccionadas

Corregimiento, Provincia o Comarca	Brillo solar (h)	Velocidad promedio anual (m/s)	Densidad de energía (KWH/m ²)	
			Eólica	Foto
Chichica - Ngäbe-Buglé	5,95	3,078	299.07	1548,60
El Retiro - Coclé	6,08	3.078	304.96	1570,20
Las Minas - Herrera	6,96	3,183	330.55	1716,00

En la tabla 4 se presentan las áreas aproximadas requeridas para colocar un sistema híbrido, que es un sistema generador de energía compuesto por los aerogeneradores y paneles solares.

Tabla 4. Áreas requeridas para sistema híbrido

Corregimiento, Provincia o Comarca	Consumo anual (KWh)	Área (m ²)
Chichica - Ngäbe-Buglé	382200.00	206.86
El Retiro - Coclé	67620.00	36.06
Las Minas - Herrera	459900.00	224.72

Estas áreas aproximadas dependen de la eficiencia y tamaño de los aerogeneradores y paneles solares que se utilicen en el sistema híbrido.

En la tabla 5 se muestran los datos de fuentes energéticas obtenidos en la región de Ngäbe Bugle comparándolos con regiones de América Central donde se obtiene energía por fuentes no convencionales, como se había mencionado en la metodología.

Tabla 5. Cuadro Comparativo de Regiones Productoras de Energía Renovable. Obtenido de la base de datos de “NASA Surface Meteorology and Solar Energy

Producción de Energía Nacional	Región	Energías Renovables	Densidad de Energía (kWh/m ²)
61% hidroeléctricas 26.3% a térmicas (bunker, diésel y carbón), 8.2% autogenerada, 0.2% intercambio y 4.3% a renovables	Panamá (Ngäbe Buglé)	Eólica	299.07*
		Fotovoltaica	1548.60 *
69.97% hidroeléctricas, 18.05% a térmicas (gas y carbón), 0.11% renovables y 11.87% otros.	Colombia (Guajira)	Eólica	2445.12**
		Fotovoltaica	2108.70**
75.29% hidroeléctricas, 1.01% termoelectricas 18.84% geotérmicas, 10.08% Eólica, 0.01% Fotovoltaica	Costa Rica (Liberia)	Eólica	1222.21***
		Fotovoltaica	2140***

*Plan Energético Nacional 2015-2050, Secretaría Nacional de Energía [23]

** Informe de Generación Eléctrica, Dic. 2015. Unidad de Planeación Minero Energética [24]

*** Informe de Generación y Demanda 2015. Centro Nacional de Energía

4. Conclusiones

Con los mapas virtuales interactivos de cobertura boscosa y uso de suelo, se concluyó que el Sur de Ngäbe-Buglé, Coclé y Herrera es de poca vegetación y es una zona no arable, por ende, no es de utilidad productiva.

Con los resultados obtenidos, se determinó que el área de Chichica en Ngäbe-Buglé y El Retiro en Coclé son aptas para la utilización de energía fotovoltaica. Comparando las mediciones de brillo solar de Veraguas y Los Santos, se ve como estas áreas demuestran más brillo solar que estas dos últimas, haciendo más factible el establecimiento de paneles solares y beneficiando a las personas del área, que mayormente no tienen suministro eléctrico. Mientras que el área de Las Minas en Herrera,

posee un brillo solar mayor que el de Chiriquí, Veraguas y Los Santos.

Después de un análisis detallado sobre la energía eólica, sus aplicaciones, ventajas, desventajas, se llegó a la conclusión que en las áreas escogidas se puede aplicar esta energía, ya que es una fuente de energía inagotable y frena el agotamiento de combustibles fósiles, contribuyendo a minimizar el cambio climático. La energía eólica ha probado ser más confiable que la energía solar en cerros altos y nublados que generalmente presentan buen régimen de vientos, a pesar que actualmente por el invierno los vientos en el área han menguado a comparación del verano donde presenta mayor cantidad de vientos.

Al usar la base de Datos del INEC para esta área, se vio que la población con mayor cantidad de hogares sin luz eléctrica es Muña, Chichica, con una población de viviendas de 910 casas sin luz eléctrica. Mientras que Las Minas de Herrera cuentan con 1095 casas y El Retiro de Coclé tiene 161 casas sin luz eléctrica.

En la tabla 5, la Región de Ngäbe Buglé en comparación con otras regiones de América Central que producen Energía No Convencional, presenta favorables factores energéticos para el desarrollo de energía fotovoltaica. A pesar de que los factores de energía eólica son bajos en comparación con las otras regiones, esta energía complementa un sistema híbrido, satisfaciendo las necesidades energéticas de la población.

Al implementar estas energías no convencionales, se tendría grandes beneficios a nivel regional, y siendo áreas sin suministro eléctrico, cambiaría la calidad de vida de los habitantes de esta región. De esta forma, los principales beneficiarios serán los habitantes de las regiones rurales cercanas a los proyectos. Además, al ser zonas secas o desérticas se podrán aprovechar en la implementación de estas energías y así no serán desperdiciadas las tierras y serán de utilidad para la población recibiendo energía eléctrica.

Agradecimiento

Se le agradece al Ing. Efraín Conte por su importante asesoría en el análisis de la aplicación del sistema híbrido.

REFERENCIAS

- [1] Jordán Wilfredo, Energía fotovoltaica se enciende, 22 de Feb 2015. Disponible en: http://www.prensa.com/economia/Energia-fotovoltaica-enciende_0_4147085372.html
- [2] Plan Energético Nacional 2015-2050, lineamientos conceptuales. Secretaría Nacional de Energía. Gaceta Oficial Digital. Panamá. Martes 5 de abril de 2016. No. 28003-A.
- [3] Wright, Richard; Boorse, Dorothy. Environmental Science Toward a Sustainable Future. 11e. San Francisco, California: Pearson, 2011.
- [4] Organización de Las Naciones Unidas. Panamá. Objetivo de Desarrollo del Milenio. Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2016. Disponible en: www.onu.org.pa.
- [5] Renewable Energy. Solar power potential mapping in India using remote sensing inputs and environmental parameter, 2014.
- [6] ETESA, Mapa Eólico de Panamá. Disponible en: <http://www.etsa.com.pa/estudios.php?act=eolico>
- [7] Atlas de las Tierras Secas y Degradadas de Panamá, MiAmbiente. Disponible en: <http://www.miambiente.gob.pa/index.php/103-biblioteca-virtual/262-cambio-climatico-y-desertificacion>
- [8] Indicadores de Sequía y Degradación de Tierras en Panamá, MiAmbiente, Disponible en: http://www.miambiente.gob.pa/images/stories/BibliotecaVirtual/Img/CambioClimatico/INDICADORES_DE_SEQUIA_Y_DEGRADACION.pdf
- [9] IX Censo Nacional de Población y VII de Vivienda 2010 (en línea), Instituto Nacional de Estadística y Censo de la República de Panamá. Disponible en: <https://www.contraloria.gob.pa/inec/>
- [10] Clínica Móvil Al Rescate, Dr. César Gantes Medico CTARV MINSA CNB et al. Disponible en: http://www.pasca.org/userfiles/M4_T1_PA.pdf
- [11] Fortalecimiento institucional de la ANAM en el manejo integrado del fuego en los bosques tropicales de Panamá, Línea base buenos aires –Comarca Ngabe Bugle, Ing. Matilde Barrio et al, PD 441/07 Rev. 2 (F), DE AGOSTO DE 2010. Disponible en: http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2902/Technical/L%3%ADnea%20base%20Buenos%20Aires.pdf
- [12] Las aguas subterráneas de la región del Arco Seco y la importancia de su conservación. Autoridad Nacional del Ambiente. Panamá, julio del 2013.
- [13] Estimación de la energía producida por un aerogenerador, disponible en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia54/HTML/articulo03.htm>
- [14] Duración de Brillo Solar u Horas de Sol, ETESA. Disponible en: http://www.hidromet.com.pa/brillo_solar.php
- [15] 90 HM Brillo solar 3 FI – IDEAM. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/24155/123679/16-90+HM+Brillo+solar+3+FI.pdf/612e0afe-928d-417c-99ed-49e5fd792f38>
- [16] Rodríguez, Jorge. Las energías renovables en Canarias. Trabajo de titulación (Grado en Administración y Dirección de Empresas). La Laguna, España. Universidad de La Laguna, Facultad de Economía, Empresa y Turismo, 2014. 42p.
- [17] Cuadro “Algunas características importantes de las viviendas particulares ocupadas y de la población de la República, por provincia, distrito, corregimiento y lugar poblado: Censo 2010”. INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo). Disponible en: https://www.contraloria.gob.pa/inec/Publicaciones/subcategoria.aspx?ID_CATEGORIA=13&ID_SUBCATEGORIA=59&ID_IDIOMA=1
- [18] NASA Surface Meteorology and Solar Energy (SSE): RETScreen data. [en línea]. Gobierno de Canadá, Canadá. Disponible en: <http://www.nrcan.gc.ca/energy/software-tools/7465>
- [19] Promedio de brillo solar registrado en algunas estaciones meteorológicas, año 2014. Disponible en: <https://www.contraloria.gob.pa/inec/archivos/P7391121-07.pdf>
- [20] Atlas de Radiación Solar de Colombia, disponible en: http://www.upme.gov.co/Docs/Atlas_Radiacion_Solar/9-Apendice_C.pdf
- [21] Península de Azuero, disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Pen%C3%ADnsula_de_Azuero#Clima
- [22] Ingresar a la calculadora- calculadora ENSA, disponible en: <http://www.calculadora.ensa.com.pa/calculadora.aspx>.
- [23] Informe Mensual De Variables De Generación y Del Mercado Eléctrico Colombiano, Diciembre De 2015. Disponible en: http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2015/Seguimiento_Variables_Diciembre_2015.pdf
- [24] Informe Anual de Generación y Demanda, 2015. Disponible en: <http://appcenter.grupoice.com/CenceWeb/CenceDescargaArchivos.jsf?init=true&categoria=3&codigoTipoArchivo=3008>

Evaluación de la efectividad de los líquidos quita manchas en distintos tipos de telas, mediante el diseño experimental

Evaluation of the effectiveness of spot remover fluid in different types of fabrics through experimental design

Anayansi Atencio¹, María Castillo¹, Marcos Frago¹, Thais Turner¹ & Maritza Cedeño^{2*}

¹Licenciatura en Ingeniería Industrial – Facultad de Ingeniería Industrial - Centro Regional de Azuero – Universidad Tecnológica de Panamá

²Docente de pregrado – Facultad de Ingeniería Industrial - Centro Regional de Azuero – Universidad Tecnológica de Panamá

64

Resumen Este artículo proporciona información sobre la efectividad de los diferentes productos de lavandería, como son los líquidos quita manchas. Se desarrolló un experimento con manchas de café y se evaluó si existe diferencia significativa entre estos productos. Con el análisis de varianza realizado podemos concluir que existe evidencia para confirmar que los líquidos quita manchas tienen la misma efectividad al 5% de significancia. Se seleccionó un diseño de bloques utilizando como criterio el tipo de tela, sin embargo, al analizar este criterio de bloque en los resultados, se puede recomendar que para próximos experimentos, no es necesario bloquear y se puede utilizar un diseño completo al azar.

Palabras claves Bloques, efectividad, tratamientos, aleatorización, líquido quita mancha.

Abstract This article provides information on the effectiveness of various laundry products, such as liquid stain remover. An experiment with coffee stains was done and it was assessed if there exists significant differences between these products. With the variance analysis done, we can conclude that there is evidence to confirm that the liquid stain removers are just as effective, at 5% significance. A block design was selected using the fabric type as a controlled variable. However, upon analyzing this block criterion in the results, it can suggest that, for future experiments, it is not necessary to lay the block and the randomized complete design can be used.

Keywords Blocks, effectiveness, treatments, randomization, liquid stain remover.

*Corresponding author: maritza.cedeno@utp.ac.pa

1. Introducción

La presente investigación está orientada a evaluar la efectividad de los diferentes productos de lavandería, como son los líquidos quita manchas, aplicados en distintos tipos de tela. Se desea evaluar si existen diferencias en la efectividad de estos productos, utilizando técnicas estadísticas del diseño experimental, el cual nos orienta en la realización de una serie de pruebas en las que se inducen cambios deliberados a las variables del experimento para poder identificar las causas de los cambios en la respuesta de salida elegida [1].

Se planea un experimento tomando en cuenta los principios básicos de aleatorización y bloqueo que permiten minimizar efectos o elementos extraños en la respuesta [2].

2. Planteamiento del problema

En el mercado existe una gran variedad de líquidos quita manchas de distintas marcas.

Generalmente es el cliente quien selecciona de acuerdo al precio y a la marca confiando en que las distintas marcas tengan la misma efectividad al momento de ser utilizados.

Se sospecha que la efectividad de los líquidos quita manchas varía de acuerdo a la marca, lo cual nos lleva a formularse las siguientes interrogantes de investigación:

¿Existe diferencia significativa entre las marcas?

¿Cómo influye el tipo de tela en la efectividad del líquido quita manchas?

Para responder a estas interrogantes se lleva a cabo un experimento para conocer sobre la efectividad de los diferentes tipos de líquidos quita manchas en distintos tipos de tela.

3. Diseño experimental

Se realizaron nueve réplicas del experimento, utilizando tres muestras de cada tipo de tela como unidad experimental.

3.1 Elección de los factores, niveles y riesgo

Antes de realizar el experimento con los líquidos quita manchas es necesario conocer las variables o factores que pueden intervenir.

La efectividad de los líquidos quita manchas se puede ver afectada por:

- Marca del líquido quita manchas
- Tipos de tela
- Tipo de mancha
- Cantidad de líquido quita manchas a utilizar
- Cantidad de mancha a aplicar a la tela
- Proceso de lavado.

Se seleccionó como factor o tratamiento a probar las marcas del líquido quita manchas. Esta será nuestra variable independiente en el experimento. Se eligieron tres marcas distintas de líquidos quita manchas lo cual nos permitió evaluar si existe diferencia significativa entre estas.

Una variable independiente es el fenómeno al que se le va a evaluar su capacidad para influir, incidir o afectar a otras variables. Es aquella característica o propiedad que se supone ser la causa del fenómeno que se estudia. [3].

El tipo de tela se utilizará como criterio para definir el tipo de diseño experimental que se va a utilizar.

El resto de los factores se trataron como variables controlables en el experimento, estos fueron:

Tipo de mancha: El tipo de mancha escogida para este experimento es la de café, la cual se aplicó a todos los tipos de tela.

Cantidad de líquido quita manchas:

La cantidad utilizada se definió en base a las indicaciones en el modo de empleo que aparece en la parte de atrás del envase del líquido quita manchas a utilizar, las cuales serán detalladas en el punto 4, materiales y métodos.

Cantidad de mancha de café aplicada a la tela:

La cantidad que se aplicó sobre la tela fue de 3.4 ml de café con la misma concentración para todas las telas.

Proceso de lavado: Este proceso fue definido siguiendo las instrucciones de lavado que aparecen en las etiquetas de los líquidos quita manchas. Este proceso está detallado en el punto 4, materiales y método.

En cuanto al nivel de riesgo para esta investigación, se define en 5%, representando este valor el nivel de significancia.

3.2 Selección de la variable de respuesta

La variable de respuesta es, la eficiencia de los líquidos quita mancha, la cual se midió mediante una tabla de colores con diferentes grados de blanqueamiento de una mancha de café. Se definió una escala numérica y se asoció a la tabla de colores, lo cual permitió generar datos cuantitativos para realizar el análisis de varianza. La escala numérica contiene valores de 1 a 4. Siendo 4, la máxima puntuación para una muestra sin mancha.

3.3 Elección del diseño experimental

El diseño experimental que se propone en esta investigación es el diseño de bloques completos al azar. El diseño de bloques completo al azar es el más adecuado ya que proporciona control local del ambiente para reducir el error experimental. Las unidades experimentales se agrupan de manera que su variabilidad dentro de los grupos sea menor que entre las unidades antes de agruparlas [4]. En el experimento, el criterio de bloque es el tipo de tela. Se seleccionaron tres tipos de tela a las cuales se le aplicaron los líquidos quita manchas.

Los resultados se obtuvieron mediante un análisis de varianza, el cual es una técnica estadística para analizar mediciones que dependen de varias clases de efectos que operan simultáneamente, para estimar los efectos y para decidir cuáles efectos son importantes. [5]

En la ecuación (1) se muestra el modelo matemático para este diseño.

$$y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

Donde,

y_{ij} = Observación dentro de cada tratamiento
 $i=1...b$, b = Cantidad de bloques
 $j=1...k$, k = Cantidad de tratamientos
 μ = Efecto medio verdadero

β_i = Efecto medio del i-ésimo bloque
 τ_j = Efecto del tratamiento
 ε_{ij} = Error experimental

Las hipótesis que se desean comprobar en este estudio son las siguientes:

Tratamiento:

Marcas del líquido quita manchas

H_0 : $T_1 = T_2 = T_3 = T_4$ (los efectos de los tratamientos son iguales).

H_1 : Al menos un tratamiento es diferente.

Bloque: Tipos de tela

H_0 : Las telas (bloques) no causan un efecto significativo en el diseño de experimento.

H_1 : Las telas (bloques) causan un efecto significativo en el diseño de experimento.

4. Materiales y métodos

4.1 Elección de los factores, niveles y riesgo

A continuación, se presentan los materiales que se utilizaron en este experimento (ver figura 1).

- Tres (3) tipos de líquidos quita manchas.
- Tres (3) segmentos (muestra) de cada tipo de tela de 5plg².
- Tres (3) barras de PVC de 20cm
- Café
- Recipientes
- Cuchara de medir
- Cronómetro
- Termómetro
- Alambre
- Horquillas

4.2 Metodología

A continuación, se describe el método o procedimiento para el desarrollo del experimento:

4.2.1 Proceso de aleatorización

Se procede a realizar la aleatorización de las unidades experimentales dentro de cada



Figura 1. Materiales utilizados en el experimento.

bloque; los tratamientos también se aleatorizan dentro de cada bloque y finalmente se aleatoriza el orden de las pruebas.

El proceso se realiza con una bolsa con fichas numeradas. Después de este proceso se obtienen los arreglos que se muestran en la cuadro 1, en donde se ha utilizado un código de tres partes. En la tabla 1, el código 3A7, significa que, a la unidad experimental 3 del bloque 2 se le aplicará el tratamiento A y la prueba será la número 7.

Cuadro 1. Aleatorización para la aplicación de las pruebas

Bloque 1	2C3	1A6	3B9
Bloque 2	2B5	3A7	1C1
Bloque 3	1B4	3C2	2A8

En el cuadro 1, los bloques son los tipos de tela, definidos de la siguiente forma:

Bloque 1: Seda

Bloque 2: Algodón

Bloque 3: Dacrón

Los tratamientos son los tipos de líquidos quita manchas.

A: líquido quita manchas #1

B: líquido quita manchas #2

C: líquido quita manchas #3

4.2.2 Preparación de la tabla de colores para medir la efectividad

Se preparó una tabla con diferentes tonalidades de manchas de café, y se le asignó

una escala de valores de 1 a 4, en donde 1 representa una tonalidad oscura de la mancha y 4 la tonalidad deseada, una muestra de tela sin mancha indicando que el producto extrajo la mancha en su totalidad. (Ver figura 2 – Tipo de Tela).

4.2.3 Procedimiento para formar la mancha de café en la tela

En la figura 3 se presenta una imagen del procedimiento utilizado.



Figura 2. Tabla de colores para medir la efectividad.

- Verter 3.4 ml de café en la muestra de tela
- Dejar que la muestra de tela seque durante 15 minutos.



Figura 3. Procedimiento para formar la mancha de café en la muestra de tela.

4.2.4 Procedimiento para quitar mancha con líquido #1 y líquido #2

- Humedecer la tela.
- Aplicar 7 ml de líquido #1 y #2 sobre la mancha y frotar (figura 4). La cantidad de líquido aplicada se determinó por el procedimiento del producto en su etiqueta.

- Colocar la tela en el recipiente con 1 litro de agua y 7.5 ml de líquido #1 y 5ml de líquido #2.
- Batir el agua durante 5 minutos.
- Dejar secar la tela al sol durante 15 minutos y evaluar la efectividad del líquido quita mancha.

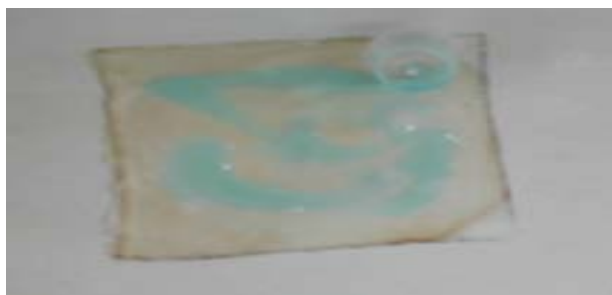


Figura 4. Líquido #1 sobre la muestra de tela manchada.

4.2.5 Procedimiento para quitar mancha con líquido #3

- Aplicar 7ml de líquido #3 sobre la mancha y dejar reposar durante 5 minutos.
- Colocar la tela en un cubo con 1 litro de agua y 10ml de líquido #3. La cantidad de líquido aplicada se determinó por el procedimiento del producto en su etiqueta.
- Batir el agua durante 5 minutos.
- Colocar la tela al sol durante 15 minutos para que la tela seque y evaluar la efectividad del líquido quita mancha (figura 5).



Figura 5. Secado de la tela durante 15 minutos.

Para determinar la efectividad de los líquidos quita manchas un evaluador externo (figura 6), procedió a evaluar la efectividad con la ayuda de la tabla de manchas (figura 2).



Figura 6. Evaluadora externa de la efectividad de los líquidos quita manchas.

5. Resultados

Los resultados de las mediciones del experimento se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Valores de efectividad de tres líquidos quita manchas, en diferentes tipos de tela

Bloques	Tratamiento		
	Rendidor	Persil	Vanish
Seda	4	3	4
Algodón	3	3	3
Dacrón	3	4	4

Se procedió a realizar el análisis de varianza, y el resultado se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Análisis de varianza, ANOVA, para tratamiento vs bloque

Fuente	ANOVA				
	GL	SC	MC	F	F(tabla)
Bloque- Tipo de Tela	2	0.88889	0.44444	1.60	6.94
Tratamiento- Quita manchas	2	0.22222	0.11111	0.40	6.94
Error	4	1.11111	0.27778		

6. Conclusiones

- Para el tratamiento que se evalúa, marcas de líquidos quita manchas, podemos concluir, que se acepta la hipótesis nula, ya que existe suficiente evidencia para comprobar que la efectividad de los líquidos quita manchas en distintos tipos de tela es igual, al 5% de significancia.
- Respecto al análisis de los bloques que para este experimento se consideró como, tipo de tela, podemos concluir que, los bloques (telas) no causan un efecto significativo en el diseño del experimento, por lo tanto, se recomienda para próximos experimentos, la utilización de un diseño completo al azar.

REFERENCIAS

- [1] Douglas C. Montgomery, Diseño y análisis de Experimento. 2nd ed., Limusa, México D. F, 2005.
- [2] [2] Horacio Napolitano, “Diseño de Experimentos”, Educación en Ciencias Químicas, Industria & Química no.354, pp.62-69.
- [3] Disponible Online: <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/variables.html>; metodología de la Investigación. Wigodsky, J.
- [4] [4] Robert O. Kuehl, Diseño de Experimentos Principios Estadísticos de Diseño y Análisis de Investigación, 2nd ed., Thompson Learning, México D.F, 2001.
- [5] Abel D. Cadavid, Diseño Estadístico de Experimentos, 2nd ed, Universal de Antioquia, Medellín Colombia, 2009.

Primer paso en la eficiencia energética, confort ambiental y sostenibilidad de edificios en Panamá: percepción ambiental de usuarios de la Casa Matriz del Banco Nacional de Panamá

First step in energy efficiency, environmental comfort and sustainability of buildings in Panama: environmental perception of users of the Head Office of the National Bank of Panama

Diego Segundo¹, Ana Araúz¹, Ariadna Mora¹ & Jorge Isaac Perén^{2*}

¹Licenciatura en Arquitectura - Facultad de Arquitectura y Diseño - Universidad de Panamá

²Profesor asesor - Sustainable Building and City Research Group - SusBCity, Ciudad de Panamá, Panamá

70

Resumen Debido a un incremento del consumo eléctrico en la ciudad de Panamá producto del elevado uso de equipos de aires acondicionados en todas las áreas internas de muchos edificios, se analizó el potencial de los “espacios de transición” para minimizar este problema. Para esto, se estudia la plaza de la Casa Matriz del Banco Nacional de Panamá, ya que es un ejemplo de espacio de transición en la ciudad. Se realizó una encuesta acerca de la percepción ambiental, sensación de confort térmico y lumínico de los visitantes de dicho lugar. La encuesta considera factores climáticos, socio-económicos, psicológicos, metabólicos, entre otros factores condicionantes de la percepción de confort ambiental. Los resultados determinaron que la mayoría (entre el 80% y el 88%) de los usuarios que visitan este espacio se sienten cómodos, perciben una temperatura fresca y les agrada el nivel de iluminación natural que existe en el sitio. Demostrando que el uso de espacios de transición en los edificios es una solución viable en términos de diseño sostenible y eficiencia energética para climas tropicales húmedos.

Palabras claves Espacio de transición, confort ambiental, confort térmico, confort lumínico, eficiencia energética.

Abstract Electricity consumption in Panama City has increased due to constant use of air conditioning units in the whole internal volume of numerous buildings. In order to reduce the electricity consumption in buildings, the potential of transition spaces was analyzed. The ground floor area, categorized as transition space, of the Headquarters of the National Bank of Panama was used as a study case. A survey was conducted to determine the environmental perception, thermal and light comfort sensation of building occupants. Climatic, socioeconomic, psychological and metabolic factors were considered when determining environmental comfort. The result indicates that the majority (80% to 88%) of users that participate in a survey feel comfortable. Building users perceive a fresh temperature as comfortable and are pleased with the daylight level in the ground floor area. This demonstrates that transition spaces are a feasible solution in terms of sustainable design and energy efficiency in tropical humid climates.

Keywords Transition space, environmental comfort, thermal comfort, light comfort, energy efficiency.

*Corresponding author: isaacperen@hotmail.com

1. Introducción

En los últimos años, en la ciudad de Panamá se ha dado un aumento en la construcción de edificios de apartamentos, torres de oficinas, centros comerciales y complejos empresariales. A pesar de este auge, observamos que el diseño de muchos de ellos no responde en términos de confort ambiental al clima de Panamá. Como resultado, existe un incremento en el consumo de energía eléctrica producto del elevado uso de equipos de aires acondicionados en gran parte de las áreas de los edificios. En climas tropicales húmedos existe una tendencia en utilizar de manera generalizada sistemas de aire acondicionado [1], un ejemplo claro es en los centros comerciales, en donde se climatiza el volumen completo interno del edificio. Sin embargo, existen espacios en los edificios que pueden ser ventilados naturalmente, conocidos como espacios de transición [2].

Los espacios de transición son áreas semiabiertas de encuentro, estar, pasaje o conexiones urbanas que no requieren un riguroso control térmico. Estos espacios ayudan a ahorrar energía si son diseñados de acuerdo a las necesidades climáticas [3].

Existen pocos estudios en edificios con espacios de transición en regiones de clima caliente (ejemplo [3]). El edificio Torre Banco Nacional es un ejemplo en Panamá del uso de espacios de transición.

1.1 Objetivos

- Examinar la sensación, percepción y preferencia térmica y ambiental del usuario en espacios de transición (semiabiertos con ventilación natural).
- Desarrollar una metodología de evaluación ambiental de espacios de transición.

2. Metodología

2.1 Caso de estudio

El lugar elegido para este trabajo es el

edificio Casa Matriz del Banco Nacional de Panamá que fue diseñado por los arquitectos Ernesto de la Guardia III y George Moreno II en los años 1978 y 1979.

El edificio está ubicado en el barrio de El Cangrejo, en la Vía España, al frente de la calle Ramón Arias.

El proyecto consta de dos torres de oficinas (solo una de las cuales es ocupada por el banco) y un volumen de dos pisos (actualmente ocupado por Cable & Wireless Panamá), los cuales conforman una “U” alrededor de un patio abierto hacia la Vía España (ver figura 2).

Lo que hace que este edificio se distinga de otras torres de oficina de la ciudad es precisamente este espacio público [4]. Está construido en hormigón armado y concreto, cuenta con largas ventanas en la fachada de las torres (ver figura 1) y en la planta baja cuenta con paredes de vidrio y con gran variedad de vegetación en sus dos jardines (ver figura 2).

Debido a estas características se eligió este edificio, ya que cuenta con un gran espacio de transición muy concurrido por usuarios en la ciudad.



Figura 1. Vista de la Casa Matriz del Banco Nacional de Panamá.

Otro aspecto importante que se consideró, fue un mapa con la planta arquitectónica del lugar (levantada por los miembros del grupo)

que se anexó a la encuesta y que sirvió para localizar a cada encuestado al momento justo de su entrevista.

Recurso que se utilizó para conocer si existía alguna relación entre la sensación térmica del usuario y la condición micro climática. La encuesta consideraba factores socioeconómicos, psicológicos y climáticos como la vestimenta, actividades previas, entre otros aspectos subjetivos y relativos a la percepción del confort ambiental.

2.2 Encuesta

Durante el proceso de investigación se utilizó, como recurso para la recolección de datos, una encuesta diseñada con base en la norma ASHRAE [5]. Para una descripción más detallada del diseño y proceso de dicha encuesta ver [6].

ambiental y confort térmico de los usuarios que visitaban el sitio; el segundo grupo se enfocaba en la accesibilidad y movilidad urbana de los visitantes al recinto.

En este trabajo solo se presentan los resultados del primer grupo de preguntas.

La encuesta fue implementada en dos días diferentes: un día de quincena (15 de junio de 2016), ya que en el edificio existe un banco y una empresa de servicios de telecomunicaciones y otro día regular del año (19 de julio de 2016) que no fuese de gran fluidez de visitantes. Se tomaron en cuenta factores climáticos como la temperatura y se midió el nivel de iluminación natural de cada día dentro del local.

Además, la encuesta se realizó en tres periodos del día. En este trabajo se presentan los resultados de dos periodos: el de la mañana (6:00 a. m. – 8:00 a. m.) y el de mediodía (11:00 a. m. – 1:00 p. m.) conociendo que ambos son de gran tránsito de personas al lugar.

3. Resultados

Los siguientes resultados fueron obtenidos en dos días diferentes: miércoles 15 de junio de 2016 y martes 19 de julio de 2016. Los datos climáticos de ambos días están especificados en la tabla 1.

Tabla 1. Estación Meteorológica – Universidad de Panamá

Parámetro	05/06/2016	19/07/2016
Temp. Media (6:00 a.m. - 8:00 a.m.)	25.5°C	26.7°C
Temp. Media (11:00 a.m. – 5:00 p.m.)	33.1°C	31.8°C
Sensación térmica (6:00 a.m. - 8:00 a.m.)	27.4°C	29.4°C
Sensación térmica (11:00 a.m. – 5:00 p.m.)	42.2°C	41.8°C
Rapidez del viento máx. (6:00 a.m. - 8:00 a.m.)	0m/s	0.4m/s
Rapidez del viento máx. (11:00 a.m. - 5:00 a.m.)	2.7m/s	36m/s



Figura 2. Levantamiento de planta arquitectónica. Planta baja.

La encuesta se dividió en dos grupos de preguntas: el primer grupo contenía preguntas acerca de la sensación, percepción, preferencia

3.1 Localización de las personas en estado sedentario

La encuesta se enfocó en personas en estado sedentario, ya fuese, parado o sentado en el espacio de transición en estudio. Primero se identificaron los lugares donde estas personas se agrupaban para luego proceder a la entrevista.

La figura 3 muestra únicamente la localización de personas en estado sedentario en función al tiempo.

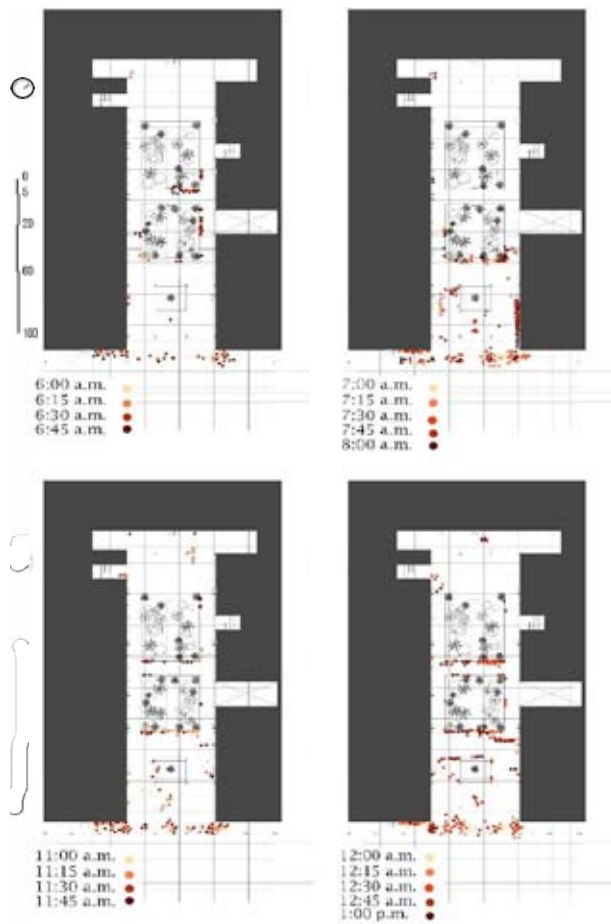


Figura 3. Levantamiento de planta arquitectónica. Planta baja.

El mapa de 6:00 a. m - 6:45 a. m. muestra como puntos de mayor concentración las áreas ubicadas en el segundo patio interno y la parte frontal de la plaza techada del edificio.

El mapa de 7:00 a. m. - 8:00 a. m. señala que la concentración de personas se ubica en el primer

patio interno, además, se observa que en la entrada del banco se crea una fila de funcionarios y usuarios que esperan ingresar al recinto.

En el mapa de 11:00 a. m. - 11:45 a. m. las personas se localizan mayormente en la parte frontal de la plaza. El mapa de 12:00 md. - 1:00 p. m. muestra que los usuarios se agrupan en la plaza frontal y en los dos patios internos.

3.2 Confort térmico

Para el 15 de junio, el 80.8% de las personas que visitan el lugar en la mañana clasifican la sensación térmica como fresca (ver figura 4a).

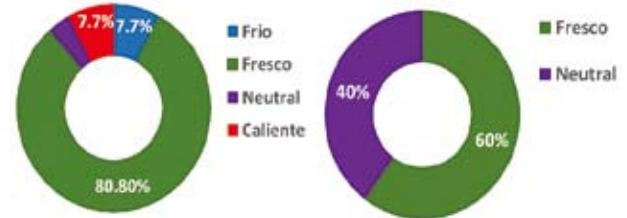


Figura 4. Sensación térmica (temperatura) percibida por los usuarios en la mañana. (4a) Izq.: 15 de junio. (4b) Der.: 19 de julio.

En el mapa de 11:00 a. m. - 11:45 a.m. las personas se localizan mayormente en la parte frontal de la plaza. El mapa de mañana fresca (60%), aunque en este día existe un número significativo que dice experimentar una sensación térmica normal o neutral sin algún tipo de categorización (ver figura 4b).

Los datos del 19 de julio también muestran una cantidad mayor de personas que sienten una mañana fresca (60%), aunque en este día existe un número significativo que dice experimentar una sensación térmica normal o neutral sin algún tipo de categorización (ver figura 4b).

Durante el turno de mediodía de los dos días en que se realizó la encuesta, los usuarios percibieron los niveles de temperatura de otra forma. Los resultados oscilaban entre la sensación fresca, neutral y caliente casi con valores iguales entre estas tres respuestas (ver figura 5a y 5b).

Segundo (et al): Primer paso en la eficiencia energética, confort ambiental y sostenibilidad de edificios en Panamá: percepción ambiental de usuarios de la casa matriz del Banco Nacional de Panamá

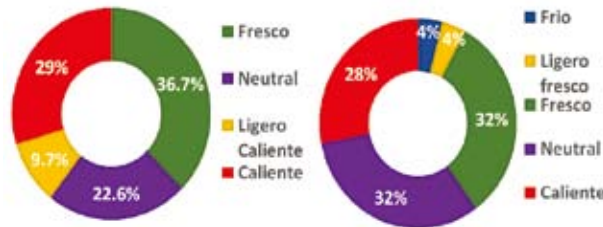


Figura 5. Sensación térmica (temperatura) percibida por los usuarios en la tarde (5a) Izq.: 15 de junio. (5b) Der.: 19 de julio.

En cuanto al confort térmico en el espacio de transición del edificio, las personas encuestadas en los dos turnos de ambos días dijeron sentirse cómodos dentro de las instalaciones de la plaza semiabierta. Con resultados de 84% y 87.1% en la mañana y mediodía del 15 de junio y 80% y 88% en la mañana y mediodía del 19 de julio respectivamente (ver figura 6).

3.3 Confort lumínico

Los niveles de iluminación en el lugar según mediciones realizadas en ambos días son de 320lux aproximadamente, niveles que se encuentran dentro de lo ideal para espacios de circulación.

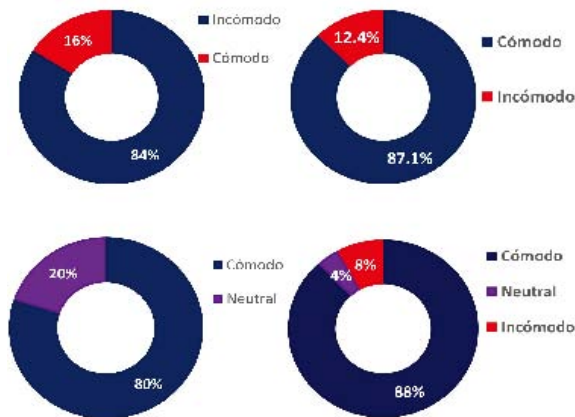


Figura 6. Confort térmico (comodidad) percibida por los usuarios (6^a) Arriba izq.: Mañana 15 de junio / Arriba der.: Mediodía 15 de junio (6b) Abajo izq.: Mañana 19 de julio / Abajo der.: Mediodía 19 de julio.

Los resultados muestran que la mayoría de las personas sienten el nivel de iluminación en el lugar como normal en los turnos matutinos (56% para el 15 de junio y 80% para el 19 de julio) y diurnos (38.7% para el 15 de junio y 60% para el 19 de julio). Sin embargo, una cantidad significativa de personas (entre 16% y 38%) sintió un nivel brillante en las zonas que no tenían sombra y un nivel de iluminación oscuro (19.4% y 28%) en la parte frontal de la plaza donde estaba cubierta por la losa del edificio.

A pesar de estos últimos resultados la mayoría de las personas dijeron que no realizarían ningún cambio con respecto a los niveles de iluminación en esa área del edificio.

Según el mapa de sombras (ver figura 7, 8 y 9), se observa que existe una correlación entre la localización de las personas y las sombras en la planta baja del edificio. Los usuarios se concentran más en las áreas con mayores niveles de sombra, exceptuando a las personas que se desplazan caminando por la parte exterior en las aceras del edificio.



Figura 7. Jardines de los patios internos de la planta baja del edificio.



Figura 8. Vista de la plaza frontal del espacio público del edificio.

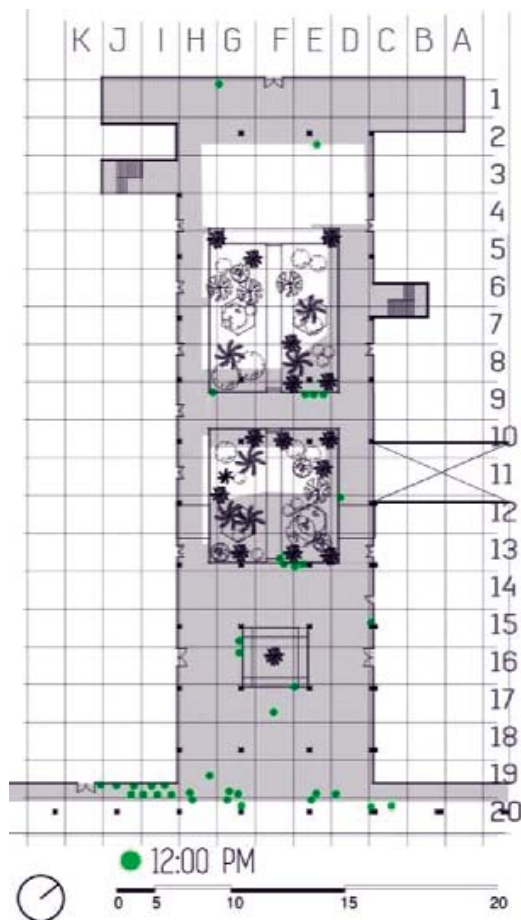


Figura 9. Mapas de sombras superpuestos con mapa de ocupación vs tiempo a las 12:00 md.

4. Conclusiones

En base a estas conclusiones puntuales, el grupo SusBCity Research Group destaca que la plaza de la Casa Matriz del Banco Nacional de Panamá es un espacio de transición con un nivel adecuado de confort térmico y lumínico. Es un espacio ideal para climas tropicales, y que puede significar un ejemplo de diseño sustentable y replicable para los proyectos arquitectónicos futuros; y de esta forma, minimizar el consumo energético producto de una menor implementación de sistemas de aire acondicionado en el volumen total de los edificios de la ciudad y el país en general.

Los resultados de la encuesta desarrollada en los diferentes turnos de los dos días muestran las siguientes conclusiones:

- La mayoría de las personas perciben una temperatura fresca. Esto puede ser debido a la ventilación cruzada generada a través del espacio de transición del edificio (plaza y jardines).
- Los usuarios consideran que los niveles de luz que tiene este espacio de transición son normales y no consideran que deban tener algún tipo de cambio.
- Los visitantes del sitio sienten el área de estudio como un lugar cómodo. Las conclusiones 1, 2 y 3 son resultados positivos y deberán ser estudiados con más detalle en el futuro.
- La mayoría de las personas evitan ubicarse en áreas con gran cantidad de exposición al sol, por lo que estas ocupan los espacios donde exista sombra dentro del edificio.

REFERENCIAS

- [1] K. Jitkhajornwanich, A.C. Pitts, Interpretation of Thermal Responses of Four Subject Groups in Transitional Spaces of Buildings in Bangkok, *Buildings and Environment* 37 (11): 1193-1204.
- [2] J.I. Perén, Ventilação e iluminação naturais na obra de João Filgueiras Lima “Lelé”: estudo dos hospitais da rede Sarah Kubitschek Fortaleza e Rio de Janeiro». São Paulo: Universidade de São Paulo, USP-São Carlos. http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/1_8141/tde-12032007-225829/pt-br.php
- [3] C. Chun, A. Kwok, A. Tamura, Thermal comfort in transitional spaces—basic concepts: literature review and trial measurement». *Building and Environment* 39(10):1187-92.
- [4] E. Tejeira Davis, Panamá: Guía de Arquitectura y Paisaje = An Architectural and Landscape Guide (278), Ed. bilingüe [1ª ed.].— Sevilla: Consejería de Obras Públicas y Transportes; Panamá: Instituto Panameño de Turismo, 2007.
- [5] ASHRAE Standard 55a, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, Atlanta, USA, 1992.
- [6] K. Estrada, A. Pérez, A. Vergara, J.I. Perén (en preparación) Desarrollo de una Metodología para Evaluar la Movilidad Urbana y el Potencial de Edificios con Espacios de Transición.

Aplicación de la seda de araña en disipador de energía de impacto

Application of spider silk as impact energy dissipator

Daniel Cooban¹, Dayberto Labastid¹, Haxel Ríos¹, Teresín Almanza¹ & Nacarí Marín^{2*}

¹ Licenciatura en Ingeniería Naval – Facultad de Ingeniería Mecánica - Universidad Tecnológica de Panamá

² Docente - Facultad de Ingeniería Mecánica– Universidad Tecnológica de Panamá

Resumen Motivados por el alto nivel de resistencia, tenacidad e histéresis que presenta la seda de araña y su capacidad de adaptación en diversas aplicaciones, en este artículo se propone utilizar este material para la fabricación de los guardarraíles. El guardarraíl es un disipador de energía de impacto que es utilizado como elemento de protección de seguridad vial pasiva. Actualmente se utiliza acero galvanizado para la fabricación de los guardarraíles, debido a su alta resistencia, sin embargo, también es cuestionable por su alta rigidez. En este sentido, se propone reemplazarlo con un material construido a base de tela de araña, con mayor flexibilidad y menor dureza para garantizar la protección vial. Para asegurar la durabilidad de la estructura y protegerla de condiciones climáticas adversas, se propone revestirla con un recubrimiento de caucho etileno propileno dieno. Los análisis comparativos se harán con la ayuda del *software* de ingeniería ANSYS.

Palabras claves Guardarraíl, seda de araña, *nephila Clavipes*, caucho etileno propileno dieno (EPDM).

Abstract Motivated by the high level of strength, toughness and hysteresis of spider silk and its ability to adapt in various applications, this article intends to use this material for the manufacture of the guardrail. The guardrail is a sink impact energy which is used as a protective passive road safety. Galvanized steel is currently used to manufacture the guardrail, due to their high strength, but is questionable for its high stiffness. In this sense, it is proposed to replace it with a material constructed of spider silk, with greater flexibility and lower hardness to ensure road safety. To ensure the durability of the structure and protect it from adverse weather conditions, it is proposed coating it with a coating of rubber Ethylene Propylene Diene. Comparative analyzes will be made with the help of ANSYS engineering software.

Keywords Guardrail, spider silk, *Nephila clavipes*, ethylene propylene diene rubber.

*Corresponding author: nacari.marin@utp.ac.pa

1. Introducción

En el mundo de las fibras naturales, la seda de araña ha sido reconocida como una fibra “maravillosa” debido a su combinación única de alta resistencia y alargamiento de rotura. En las investigaciones de Zemlin, J. C, 2011 y en Ko, Frank, 1977, se indica que la seda de araña tiene una resistencia tan alta como 1,75 GPa a un alargamiento a la rotura de más del 26% [1-2].

Con una tenacidad tres veces mayor que la de la aramida y que la de las fibras industriales, la seda de araña continúa atrayendo la atención de los científicos de fibras y aficionados [3-9].

Una barrera de metal o guardarraíl es un elemento de protección que se coloca a los lados de la vía, para separar vías de sentido contrario, o en tramos peligrosos para impedir que los vehículos se salgan de la ruta o puedan chocar contra otras estructuras u objetos más destructivos que la misma barrera.

De este modo, su función (idealmente) es absorber el impacto del vehículo, deformándose y devolviendo el vehículo nuevamente a la vía (ver figura 1).

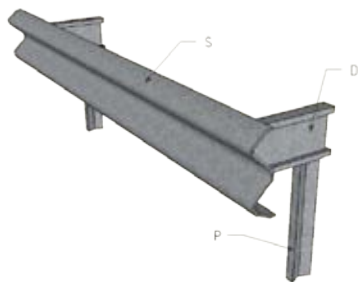


Figura 1. Guardarraíl actual. Material constituyente: acero galvanizado.

Según registros actuales, en la mayoría de los accidentes, dependiendo del ángulo de impacto, estas barreras llegan a atravesar la carrocería del automóvil produciendo gravísimas lesiones a las personas que van a bordo.

En este trabajo de investigación se propone la utilización de un material desarrollado con capas de caucho y tela de seda de araña para reemplazar el material utilizado actualmente en los guardarraíles, el acero galvanizado.

Este acero presenta las siguientes propiedades: módulo de elasticidad 193-200 GPa, resistencia a la tensión 215 MPa, esfuerzo último 505 MPa, módulo de cortante 86 GPa.

Al combinar un material (tela de araña) que se estira dos veces más que el nylon, es ocho veces más fuerte que el acero y puede absorber diez veces más energía que el Kevlar, podemos reducir el índice de mortalidad debido a accidentes de automóviles que colisionan contra el guardarraíl.

Entre los muchos tipos de seda que se han caracterizado hasta el momento, las variedades más importantes incluyen la fibroína de capullos de seda del gusano de seda, *Bombyx mori* y la seda dragalina (*dragline silk*) de la araña *Nephila clavipes*.

La dragalina ha sido aplicada para el diseño de textiles en la fabricación de ropa y también se quiere utilizar para reemplazar el Kevlar en los chalecos antibalas. [10]

Al impactar la seda dragalina, la mayor parte de la energía se disipa en forma de calor. Esto se debe a una propiedad de suma importancia de la seda de araña, la histéresis, que es la relación entre la energía disipada y la energía absorbida. Esta relación indica que un porcentaje de la energía absorbida es disipada en forma de calor como consecuencia de la fricción interna del material. Es por ello que hemos decidido aprovecharla para reemplazar al acero galvanizado de los guardarraíles.

Ensayos realizados en investigaciones anteriores muestran claramente que la seda de araña presenta un comportamiento viscoelástico. [11] De modo que exhibe propiedades tanto elásticas como viscosas ante una deformación.

1.1 Proceso de manufactura de la seda

En este tipo de estructura, se utiliza el proceso de ensamblado textil, en el que los hilos de trama y de urdimbre no se entrecruzan formando ligamentos. Las fibras paralelas se hallan superpuestas unas a otras con diferentes orientaciones. Al tener esta forma se presenta

mejores propiedades que los filtros y que los tejidos, por encontrarse el hilo trabajando completamente alineado con el sentido del esfuerzo. Son los ensamblados el tipo de estructura textil más utilizados en piezas de altos requerimientos estructurales. [12]

2. Materiales y métodos de unión

La seda de araña producida por la especie *Nephila clavipes* es el material principal del compuesto sugerido, cuenta con un esfuerzo de tensión de 1.1 GPa, histéresis de 65%, módulo de Young de 10 GPa, tenacidad de 160MJ/m³, límite elástico de 200-800 MPa y una deformación unitaria de 0.27. [12]

Para asegurar el óptimo rendimiento y durabilidad de la seda de araña en la aplicación en cuestión, se utiliza el caucho de Etileno Propileno Dieno (EPDM) como recubrimiento, protegiéndola así de condiciones climáticas como la humedad que incidan en su pronta degradación.

Este caucho es un termopolímero elastómero que tiene buena resistencia a la abrasión y al desgaste. Presenta una densidad de 870 kg/m³, una dureza Shore A entre 30 y 95, resistencia a la tracción de 7 a 21 MPa, elongación entre 100 a 600% y buena resistencia al desgarro. [13 - 14]

El material propuesto está compuesto de una primera capa de caucho Etileno Propileno Dieno (EPDM) de 2mm de espesor, le siguen 4 capas de seda de araña con un espesor de 2mm cada una. El compuesto culmina con una capa de caucho de 2mm de espesor.

2.1 Uniones de los materiales utilizados

Para la adhesión de la seda de araña con el caucho, separación de superficies se utiliza el pegamento Resorcinol Formaldehído látex.

El Resorcinol Formaldehído látex es utilizado para la adhesión de cualquier tipo de textil con el caucho natural o con el de Etileno Propileno Dieno. [15]

La estructura cuenta con una capa de caucho Etileno Propileno Dieno (parte frontal), cuatro

capas de seda de araña y nuevamente una última capa de caucho (parte posterior).

Se toma el caucho, se le añade el pegamento de Resorcinol Formaldehído látex y se procede con la colocación de la capa de tela de seda de araña. Nuevamente se coloca el pegamento sobre la seda, para adherir la capa final de caucho. Se deja secar por un tiempo determinando a temperatura ambiente.

3. Análisis del material y comparación de resultados

La comparación de la eficiencia del guardarraíl fabricado con el material propuesto, se lleva a cabo con el material con el que actualmente es fabricado, el acero galvanizado, esto con ayuda del *software* ANSYS.

Para la simulación se asignó un automóvil de 2000kg, el cual impacta con la viga riel a una velocidad crítica de 120km/h (ver figuras 2 y 3).

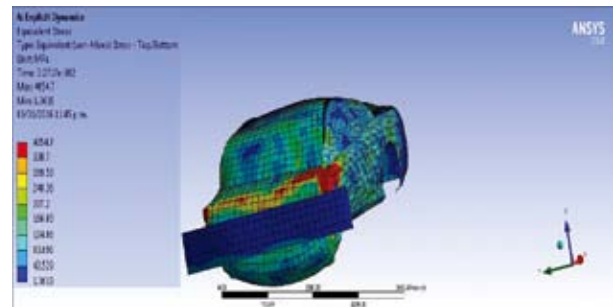


Figura 2. Esfuerzo.

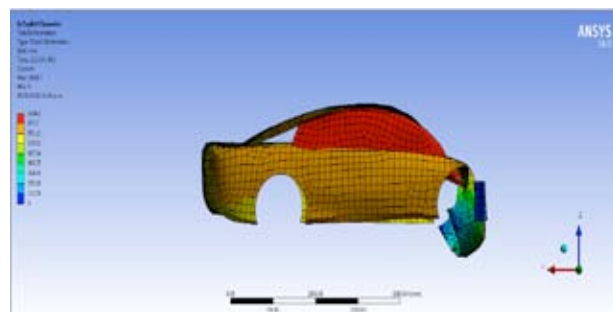


Figura 3. Deformación en milímetros.

3.1 Comparación del guardarraíl de acero con el guardarraíl utilizando seda de araña

Simulación empleando acero galvanizado 40mm espesor.

Se puede observar que la viga riel de acero galvanizado se mantiene rígida sin presentar mayor deformación ni concentración de esfuerzos, mientras que la carrocería del automóvil sí presenta gran deformación y concentración de esfuerzos alcanzando valores de 4 850 MPa.

Se observa que el coche al impactar con el guardarraíl de acero galvanizado, absorbe gran parte de la energía de impacto, lo que se ve en las tonalidades rojas en el vehículo, las deformaciones están por el orden de 1000mm (ver figuras 4 y 5).

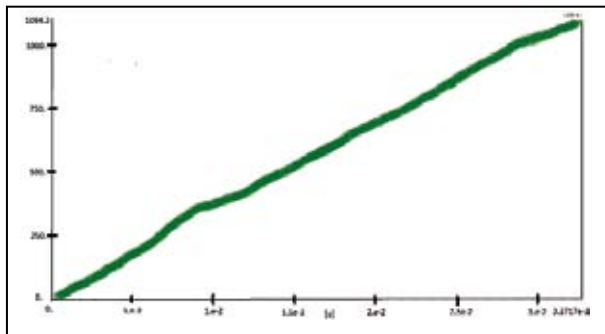


Figura 4. Gráfico de la deformación vs tiempo.

La gráfica muestra la variación de la deformación respecto al tiempo.

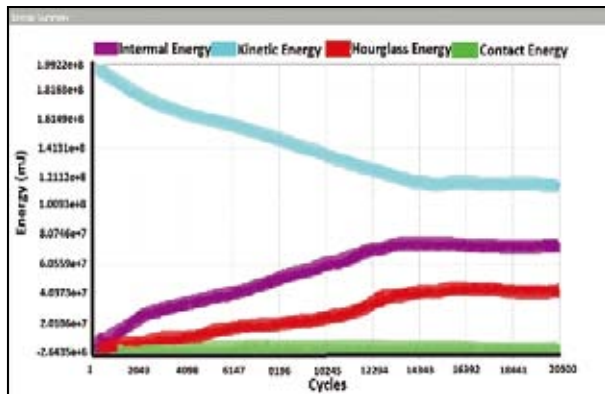


Figura 5. Gráficas de resúmenes de energía.

La figura muestra el comportamiento de las energías del sistema, tanto el guardarraíl como el automóvil, la curva celeste denota la energía cinética que viene decayendo, la curva violeta denota la energía interna que se ve va

aumentando. Vemos que estas curvas no se intersectan, por lo que el material no absorbe en energía interna toda la energía cinética.

3.2 Simulación empleando seda de araña

En las figuras 6 y 7 se presentan las imágenes obtenidas, en donde se observa que el esfuerzo en la viga riel de seda de araña sobrepasa por poco su límite de esfuerzo último (1.1 GPa), pero se nota los esfuerzos se concentran más en la lámina de seda de araña que en el vehículo.

Vemos que con un mayor espesor la distribución del esfuerzo hace que el guardarraíl se mantenga íntegro sin sobrepasar su límite elástico.

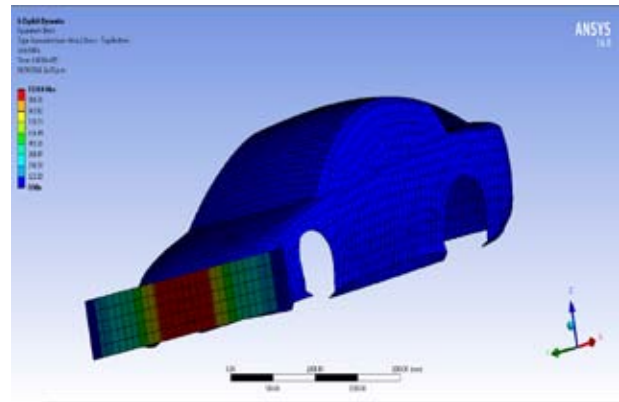


Figura 6. Esfuerzo para espesor de 2mm (una lámina).

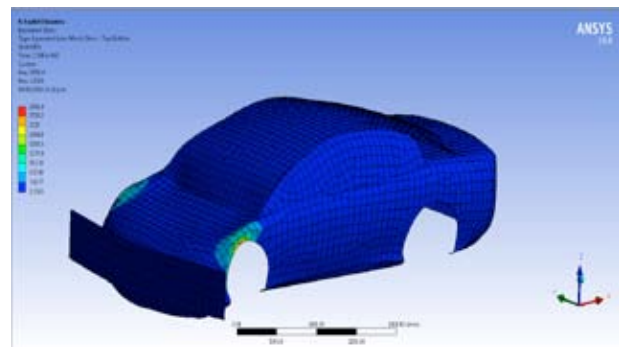


Figura 7. Esfuerzo para espesor de 40mm.

En las figuras 8 y 9 se presentan las gráficas de las deformaciones y de las energías.

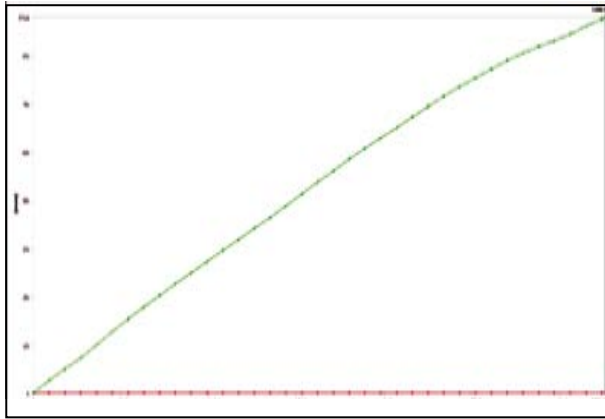


Figura 8. Gráfico de la deformación en milímetro vs tiempo.

Se observa que la máxima deformación está en el orden de los 975mm.

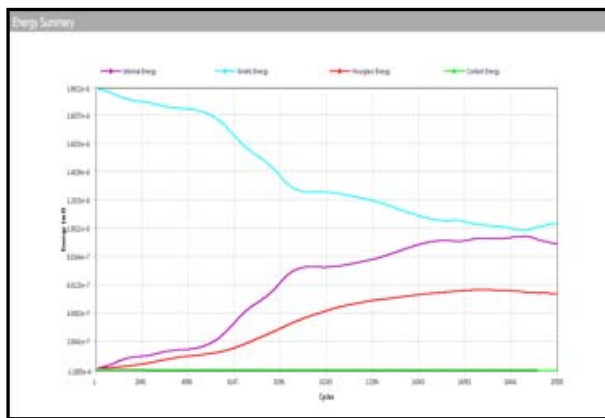


Figura 9. Gráfico de resúmenes de energía.

Se puede apreciar para este caso que la curva de energía cinética y la curva de energía interna de deformación casi que intersectan lo que devela una buena absorción de energía cinética por parte del material de seda de araña.

4. Discusiones y recomendaciones

Mediante el desarrollo de la propuesta se logró evaluar y comparar el comportamiento teórico, simulado mediante ANSYS, para el caso del guardarraíl diseñado a base de seda de araña y del guardarraíl convencional construido con acero galvanizado.

Por lo visto en el texto se puede notar que el guardarraíl diseñado a base de seda de araña resulta teóricamente, más eficiente en la absorción de energía de impacto que el guardarraíl convencional construido con acero galvanizado.

El diseño propuesto presentaría algunas ventajas como menos peso, facilidad de manejo, estructuras flexibles y con buena resistencia.

Estudios posteriores podrían basarse en la optimización de la forma geométrica de la viga carril, de modo que se pueda aprovechar al máximo sus valiosas propiedades. También se podrían llevar a cabo estudios pertinentes sobre la ubicación estratégica de los pilotes de apoyo para viga carril propuesta así como la longitud apropiada.

Agradecimientos

Agradecemos a todos los profesores que han formado parte de nuestro desarrollo intelectual. A los profesores: Mg. Jovanny Díaz, Dr. Dimas Portillo, Dr. Alexis Tejedor y Mg. Carlos Plazaola, por brindarnos sus conocimientos en algunos conceptos necesarios para el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS

- [1] Zemlin, J. C., A Study of the Mechanical Behavior of Spider Silks, U. S. *Army Natick Report AD 333*, 19.
- [2] Ko, Frank, Nonlinear Viscoelasticity of Aramid Fibers, *Ph. D Thesis*, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Ga, 1977.
- [3] Witt, P. N., C. F. Reed, and D. B. Peakall, A Spider's Web: *Problems in Regulatory Biology*, Springer-Verlag, New York, 19b.
- [4] Friedrich, V. L. Jr., and R. M. Langer, Fine Structure of Cribellate Spider Silk, *Am. Zoologist*, 9, 91 (1969).
- [5] Peakall, D. B., Synthesis of Silk, Mechanism and Location, *Am. Zoologist*, 9, 71(1969).
- [6] Lucas, F., J. T. B. Shaw, and S. G. Smith, Comparative Studies of Fibroins: I. The Amino Acid Composition of Various Fibroins and Its Significance in Relation to Their Crystal Structure and Taxonomy, *J. of Molecular Biology*, 2, 339(1960).
- [7] Warwicker, J. O., Comparative Studies of Fibroins, *J. Molecular Biology*, 2, 350(1960).

- [8] Marples, B. J., The Spinnerets and Epiandrous Glands of Spiders, *J. Linnean Soc. (Zoology)*, 46, 209(1967).
- [9] Wilson, R. S., The Structure of the Dragline Control Valves in the Garden Spiders, *Quart. J. Micr. Sci.*, 104, 549(1962).
- [10] Centre de Documentació I Museu Textil de Terrassa. El Teixit. Barcelona, edición de la Diputació de Barcelona, Servei de Cultura.
- [11] Jorge Alencastre. *Tesis Doctoral*, “Caracterización de las Propiedades Dinámicas de la Seda de Araña”, Universidad Politécnica de Madrid, 2015.
- [12] Capart, Ludovic. Artículo “RTM ligh”. Barcelona, 16ª Jornadas de Materiales Compuestos/plásticos reforzados, 2002.
- [13] Cunliff, P. M., Fossey, S. A., Auerbach, A., Song, J. W., Kaplan, D., Adams, W., Eby, D. and Vezie, D. (1994). Mechanical and thermal properties of dragline silk from *Nephila clavipes*. *Polymers Adv. Technol.* 5, 401–410.
- [14] H. Ikeda, K. Katayama, M. Hibino and Y. Okado, *US Patent Appln*, 2002/0,074,050 (2002).
- [15] T. Takada, K. Ishida, Y. Hineno and I. Yoshida, *US Patent*, 6,361,462 (2002).
- [16] H. Hasaka, K. Takano and T. Kinoshita, *US Patent Appln*, 2001/0,034,282 (2001).
- [17] Navarro, Carlos, Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Paneles de Sandwich.

Reciclaje de materiales para la elaboración de bloques bioamigables

Recycling of materials for the elaboration of bio-friendly blocks

Alice Almengor¹, Noris Gutiérrez¹, José Moreno¹ & Karen Caballero^{2*}

¹Licenciatura en Ingeniería Civil – Facultad de Ingeniería Civil - Centro Regional de Chiriquí – Universidad Tecnológica de Panamá

²Profesor asesor – Facultad de Ingeniería Civil – Centro Regional de Chiriquí – Universidad Tecnológica de Panamá

82

Resumen Actualmente las empresas bloqueras ofrecen un producto, el cual es requerido como materia prima: la arena, el cemento y grava, donde nuestro país ha experimentado un alza en su valor comercial. Aunado a esta situación, se refleja una falta de conciencia ecológica, lo que nos da la iniciativa de presentar una propuesta viable que concatene estas dos problemáticas. Dentro de nuestro planteamiento, se utiliza el reciclaje del papel periódico y botellas de vidrio para obtener un resultado bioamigable y económicamente cómodo al bolsillo del consumidor. El proceso de reciclado implica la recolección y trituración de botellas de vidrio para obtener una granulometría que supla la función de la arena en la mezcla, así como también el acopio de revistas de papel periódico que se transformará en una masa, la cual la mezcla de estos componentes aportará mejoras al comportamiento mecánico de este material compuesto.

Palabras claves Aislante térmico, bloques bioamigables, papel periódico, reciclaje, vidrio.

Abstract Brick's companies nowadays offer a product in which their raw material as sand, cement and gravel is required, that in our country have developed a commercial cost increase. Adding to this situation a lack of ecologic conscience is reflected and give us an idea to present a viable proposal that connect these two problematic. In the planning is used recycling of newsprint and glass bottle to obtain a bio-friendly and economic low-cost result for the consumers. The recycling process include picking and pounding of glass bottles to obtain a particle-size that can supply the sand's function in the mixture also the pickup gathering of newsprint magazines will become in a mass, which the mixture of these components will contribute improvements to the mechanic operation of the composed material

Keywords Thermal insulating, bio-friendly blocks, newspaper, recycling, pane of glass.

*Corresponding author: karen.caballero@utp.ac.pa

1. Introducción

En la construcción, el uso de bloques de concreto es un procedimiento que fue acreditado en los últimos 50 años. Cumpliendo así en especial con las condiciones técnico-económicas para ser empleados en la construcción de viviendas de bajo costo [1].

Desde 1970, comienza la industria bloquera en nuestro país dándole respuesta a la necesidad de la población, normada por lineamientos internacionales como la *American Society for Testing and Materials* (ASTM).

Por otro lado, debido al creciente desarrollo de la industria de la construcción, se han realizado estudios que buscan revolucionar este mercado demandante mediante la utilización de nuevos materiales que en algún momento eran considerados desperdicios. Dando como resultado una mejora en sus propiedades, de igual o mejor calidad, a un menor costo, amigable con el ambiente, traduciéndose en el inicio de una cultura de reciclaje.

Como por ejemplo, se tienen registros en investigaciones en materiales, como en la Escuela Politécnica Superior de Linares (EPSL) de la Universidad de Jaén (España), el cual han realizado invenciones en ladrillos hechos de los residuos de celulosa, el cual resulta de la fabricación de papel y los lodos que generan las aguas residuales. “La principal ventaja es el ahorro en material de aislamiento que ya no se necesitaría incorporar en la edificación, pues este componente tiene la capacidad de actuar como aislante térmico”. [2]

Es por ello, que en esta investigación, se busca la mejora de las propiedades mecánicas de los bloques tradicionales con el uso de materiales reciclados, abaratando costos y que además, proporcione un rendimiento aceptable y dé una forma diferente de llevar acabo el reciclaje de materiales como lo son las botellas de vidrio y papel periódico.

1.1 Impacto social

En esta sección se desarrollará la problemática

que se está dando actualmente en Panamá con respecto a la falta de concientización en el tema de reciclaje y el aumento del costo en los materiales de construcción.

1.1.1 Panamá en materia de reciclaje

El gobierno y distintas ONG están promoviendo programas de reciclaje para así hacerle frente a la problemática de la basura existente y las que se genera a diario en Panamá.

Las cifras más recientes indican que en el Relleno Sanitario de Patacón ingresan aproximadamente por día 2,200 toneladas de residuos sólidos, procedente de la ciudad capital y el Distrito de San Miguelito, de esto solo 220 toneladas se recupera a través del reciclado.

De acuerdo con datos de la Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario (AAUD), el 95% de los desechos que van al relleno sanitario es reciclable pero no se aprovecha. Por esta razón, afirma AAUD, se están realizando trabajos comunitarios en distintos sectores del país para impulsar el hábito de reciclar, y promover las tres “R” que significan: reducir, reutilizar y reciclar [3].

Se tomó en cuenta esta información para enfocar el proyecto en el uso del papel periódico y el vidrio molido como materia prima, ya que solo en la ciudad capital se generan a diario aproximadamente 572 toneladas de desechos de papel y cartón. Con respecto al vidrio, en el año 2015 exportó 3,778 toneladas hacia nuestro país hermano Costa Rica [4].

1.1.2 Alza de los materiales de la construcción en Panamá

Es importante mencionar que en enero de este año, los precios de los bloques de concreto número cuatro aumentaron 3.2%, la yarda de arena 2.5% y el cemento gris 1.1% [5]. Lo cual ha provocado un alza en el área inmobiliaria.

2. Materiales y métodos

En esta sección se describirá el procedimiento

y los cálculos desarrollados para la fabricación de los bloques bioamigables a base de productos reciclables.

2.1 Materiales

Como se muestra en la figura 1, los materiales utilizados en nuestro proyecto fueron los siguientes:

- cemento
- botellas de vidrio
- papel periódico



Figura 1. Materiales utilizados en la fabricación de los bloques bioamigables (cemento, vidrio molido, papel periódico humedecido).

2.2 Diseño de mezcla

El diseño de mezcla está basado en las proporciones utilizadas por las plantas bloqueras comerciales en la provincia de Chiriquí.

De esta manera se realizaron diversos diseños de mezcla, manteniendo constante el cemento y variando las proporciones de los nuevos agregados (vidrio molido y papel periódico), ya que su porcentaje afectó directamente la eficiencia de ésta, dando como resultado un diseño de mezcla óptimo.

Para la fabricación de los bloques, se utilizó la siguiente dosificación mostrada en el gráfico de la figura 2 en el cual se observa las proporciones de los materiales utilizados.

2.3 Proceso de obtención de la materia prima

2.3.1 Vidrio

- Las botellas de vidrio se trituraron con el uso de un mazo.

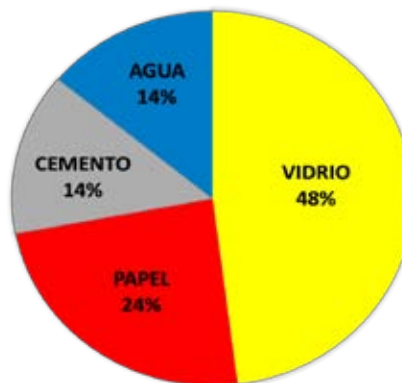


Figura 2. Porcentaje de los materiales utilizados para la fabricación de los bloques.

- Se procedió a moler el vidrio triturado, con el uso de una máquina de moler granos; hasta obtener una granulometría similar a la del agregado fino (arena). Los siguientes pasos se muestran en la figura 3.



Figura 3. Proceso de trituración y molienda de las botellas de vidrio.

2.3.2 Papel periódico

Se cortó el papel en tiras.

Luego se redujo las tiras de papel a pequeños trozos, de esta manera obtuvimos trabajabilidad con el material.

A continuación se muestra el proceso en la figura 4.



Figura 4. Procedimiento para cortar el papel.

2.4 Fabricación de los bloques

2.4.1 Mezcla

Se mezclaron los materiales secos (vidrio molido y cemento).

Poco a poco se añadieron los trozos de papel periódico, previamente humedecidos.

Gradualmente se agregó el resto del porcentaje de agua.

Mezclamos los materiales hasta obtener una mezcla homogénea.

Estos procesos se muestran en la figura 5.



Figura 5. Proceso de mezcla de los materiales.

Observación: la consistencia de la mezcla no debe ser muy fluida, puesto que nos provocaría un alto porcentaje de desperdicio, en la fase de moldeado del bloque.

2.4.2 Moldeado

Como se muestra en la figura 6, se depositó la mezcla en la máquina moldeadora, la cual utilizando un proceso de vibración, compactó la mezcla, lo que nos llevó a obtener nuestro producto “bloques bioamigables”.



Figura 6. Compactación de la mezcla.

2.4.3 Curado

Se roció con agua de manera periódica cada 4 horas, durante 3 días y se mantuvo a la intemperie como se muestra en la figura 7.



Figura 7. Proceso de curado; bloques a la intemperie.

2.5 Pruebas de laboratorio

Una vez fabricados los bloques con la dosificación mostrada, se procede a ensayarlos. Dichos ensayos son regidos por la norma COPANIT #48 del 2001 para Bloques de concreto estructural y no estructural.

3. Resultados y discusión

En la tabla 1 se muestra los resultados de las pruebas a que fueron sometido los bloques para determinar las dimensiones y pesos los cuales fueron utilizados para determinar la resistencia de los bloques bioamigables a los 3 días de fabricación.

Tabla 1. Dimensiones y peso del bloque bio-amigable

	Pesos		Dimensiones	
Sumergido	4.39 kg	Ancho	9.3 cm	
Seco	8.50 kg	Alto	18.5 cm	
Húmedo	9.00 kg	Largo	40.0 cm	

Cálculos para obtener la resistencia de los bloques:

✓ Densidad del bloque:

$$\frac{p.sec0}{p.humedo-p.sumergido}(\rho_{H_2O}) \tag{1}$$

$$\frac{8.5kg}{(9-4.386)} \left(62.4 \frac{lb}{pies^3} \right) = 114.95 \frac{lb}{pies^3}$$

✓ Volumen Neto:

$$\frac{1kg=2.204lb}{(p.sec0) \left(\frac{2.204lb}{1kg} \right)} \tag{2}$$

$$\frac{p.DELBLOQUE}{(8.5kg) \left(\frac{2.204lb}{1kg} \right)} = 0.1629 pie^3$$

✓ Volumen Bruto:

$$\frac{(ancho)(largo)(alto)}{constante=28316.84} \tag{3}$$

$$\frac{(9)(40)(18.5)cm}{28316.84} = 0.243 pie^3$$

✓ % Área Neta:

$$\frac{V.neto}{V.bruto} (100) \tag{4}$$

$$\frac{0.1629 pie^3}{0.243 pie^3} (100) = 67.0\%$$

✓ Área Neta:

$$\% \text{ de área neta} \left(\frac{(ancho)(largo)}{(constante=6.4516)} \right) \tag{5}$$

$$\left(\frac{67\%}{100\%} \right) \left(\frac{(9.3)(40)}{(6.4516)} \right) = 38.632 \text{ pulg}^2$$

✓ Resistencia:

$$\frac{\text{carga soportada por el bloque}}{\text{área neta}} \tag{6}$$

$$\frac{12930.118 lb}{38.63 \text{ plg}^2} = 334.6994 \text{ lb/pg}^2$$

Como se observó en los cálculos, la resistencia obtenida para el set de bloques, dio como resultado 334.70 lb/plg²; comparado con la norma COPANIT #48 del 2001, la cual exige una resistencia de 600 lb/plg² nuestros bloques obtuvieron un 56% de lo exigido por dicha norma para ser la primera prueba de bloques fabricado con materiales reciclados como lo son el papel periódico y vidrio molido. Se alcanzó un porcentaje aceptable y viable para seguir investigando proporciones que conlleven a igualar o mejorar dicha resistencia.

4. Conclusiones

De la investigación, se puede concluir que:

- El uso del vidrio y el papel se pueden reutilizar como materiales aptos en la industria de la construcción.
- El vidrio cumple como componente la de darle soporte a la masa de concreto para la fabricación de los bloques.
- El papel cumple como componente la de darle consistencia y volumen a la masa de concreto para la fabricación de los bloques.
- La mezcla de todos los componentes utilizados en la investigación, en conjunto, se obtuvo a una mezcla muy similar a la que se utiliza actualmente para la fabricación de bloques ordinarios.
- Las propiedades físicas obtenidas de los bloques cumplen con las propiedades exigidas según la norma COPANIT 48-2001.
- La resistencia alcanzada en los bloques representa el 56% de la resistencia exigida según la norma COPANIT 48-2001.
- Para haber utilizado materiales reciclados como el papel y el vidrio, siendo una primera prueba, se alcanzó una resistencia aceptable y da como inicio a investigaciones hasta obtener a futuro una dosificación óptima que mejore esta propiedad.

Agradecimientos

Esta investigación fue posible gracias a la colaboración de los Técnicos del Laboratorio de Suelos y Materiales de la Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Chiriquí, quienes con sus amplios conocimientos en el área de los materiales de la construcción nos encaminaron en el desarrollo de este proyecto de investigación.

REFERENCIAS

- [1] J. Rojas, «El bloque de concreto en albañilería,» Diciembre 2011. [En línea]. Available: www.civilgeeks.com. [Último acceso: Junio 2016].
- [2] S. Carrillo, «expertos revolucionan la construcción con material de papel reciclado y lana,» Enero 2013. [En línea]. Available: www.elcomercio.pe. [Último acceso: Junio 2016].
- [3] F. Rivas, «En el 2015 Panamá importo desechos de papel y cartón por US\$ 2,6 millones,» Marzo 2016. [En línea]. Available: www.apronadpanama.wordpress.com. [Último acceso: Junio 2016].
- [4] F. Rivas, «En el 2015 Panamá exporto desechos sólidos reciclables por valor de \$ 62,3 millones,» Marzo 2016. [En línea]. Available: www.apronadpanama.wordpress.com. [Último acceso: Junio 2016].
- [5] M. Rodríguez, «Precio de bloques, arena y cemento siguen aumentado,» Febrero 2016. [En línea]. Available: www.laestrella.com.pa. [Último acceso: Junio 2016].
- [6] Reglamento Técnico COPANIT 48-2001. Bloques hueco de concreto de uso estructural y no estructural, especificaciones.

Programa de vivienda de emergencia

Emergency shelter program

Andrea Rueda¹, Antonio Ledezma¹, Julia Varela¹, Gabriella Vega¹ & José Donado^{2*}

¹Licenciatura en Arquitectura Estructural – Facultad de Arquitectura y Diseño –
Universidad Católica Santa María la Antigua

²Licenciatura en Arquitectura Estructural – Facultad de Arquitectura y Diseño –
Universidad Católica Santa María la Antigua

Resumen La vivienda de emergencia tiene como propósito dar solución en el corto plazo y de forma temporal al problema de habitabilidad de una o más personas, a raíz de un evento catastrófico que inhabilita su hogar. La investigación se proyecta en la disciplina del diseño, su objetivo principal es crear una vivienda que pueda ser utilizada como albergue, de carácter temporal enfocada a las personas damnificadas a causa de desastres naturales. Los aspectos tomados para el diseño del prototipo fueron el clima del país, una buena ventilación, el transporte de materiales, la reutilización, el uso de materiales reciclables, versatilidad y duración. Atendiendo estos temas, y casos ya estudiados, se crea un prototipo inicial partiendo de un contenedor industrial estándar; pero su aspecto negativo fueron las altas temperaturas que se producen en su interior, debido a los materiales de sus paredes. Para mejorar el prototipo se decide cortar las paredes del contenedor (reduciendo su peso) y reemplazarlas con paneles prefabricados de persianas de madera lo que mejora también la ventilación. Para las fundaciones se propone usar neumáticos viejos llenos de arena o barro y apoyar sobre los mismos pallets de madera. El resultado es una de las mejores alternativas investigadas por ser un prototipo de fácil manejo de los materiales durante la construcción, por el carácter de reciclado de los mismos, y la facilidad de obtenerlos en el territorio. Para proteger al recinto de las lluvias y el sol, se propone una cubierta externa de lona con estructura metálica.

Palabras claves Contenedor, materiales reciclables, vivienda de emergencia.

Abstract The purpose of emergency housing is to offer a short-term solution to the problem of habitability of people after the occurrence of catastrophic events that renders their homes unusable [5]. This research, within the design perspective, has the goal to create a prototype of housing that can be used as a temporal shelter for people affected by natural disasters. The elements that were taken into account for the design of the prototype were the national climate, adequate ventilation, facility to transport materials, use of recyclable materials, versatility and duration. Therefore, an initial prototype was created to attend aspects of recycling using an industrial container. However, the high temperatures due to wall materials were regarded as negative aspects. To improve the prototype, we decided to cut the walls of the container (reducing its weight as well) and replacing them with pre-fabricated wooden blinds panels. This change improved ventilation. For the foundations, we propose using old tires filled with sand or clay, and supporting them upon wooden pallets, which is one of the best techniques found due to the easiness to manipulate materials during its construction, to the use of recycled materials, and to the availability of materials. To offer protection from rain and sun, we propose using an external canvas cover with metallic structure.

Keywords Container, recyclable materials, emergency housing.

*Corresponding author: imdonado@gmail.c

1. Introducción

Debido a sus características geográficas, geológicas y meteorológicas, en la historia de Panamá no han existido muchos desastres naturales con graves consecuencias económicas, sociales o ambientales con un elevado número de pérdidas humanas.

En los últimos años, sin embargo, Panamá ha sido afectado por una serie de fenómenos hidrometeorológicos, tales como lluvias intensas, inundaciones, fuertes vientos, que han dejado secuelas tanto en viviendas como en infraestructuras públicas, poniendo evidencia el alto grado de vulnerabilidad de nuestra sociedad frente a estas situaciones de emergencia [1].

En comunidades que no están preparadas para reducir los riesgos por causas naturales, se producen desastres socionaturales por el daño a gran escala que producen en la infraestructura, en la salud, la vivienda, y componentes asociados: escuelas, comercios y servicios, que cierran.

El Artículo 113 del Capítulo 6 de la Constitución de la República, establece que el Estado establecerá una política nacional de vivienda destinada a proporcionar el goce de este derecho social a toda la población, especialmente a los sectores de menor ingreso.

El Código de la Familia, Capítulo III, del Derecho de la Vivienda y a la Propiedad Familiar establece en sus artículos que el Estado, a través de las instituciones correspondientes, garantizará a la familia el acceso a una vivienda digna y suficiente a sus necesidades y que el servicio de protección civil, en coordinación con las entidades humanitarias y de asistencia social, asumirá la distribución, alojamiento, reubicación y consecución de viviendas de familias damnificadas por razón del desencadenamiento de las fuerzas telúricas o en cualquier desastre natural [2] (ver figura 1).

Las medidas que se implementan en la actualidad no garantizan una serie de aspectos básicos tales como la privacidad, la seguridad, la conservación de la unidad familiar, la prevención de transmisión de enfermedades, etc.

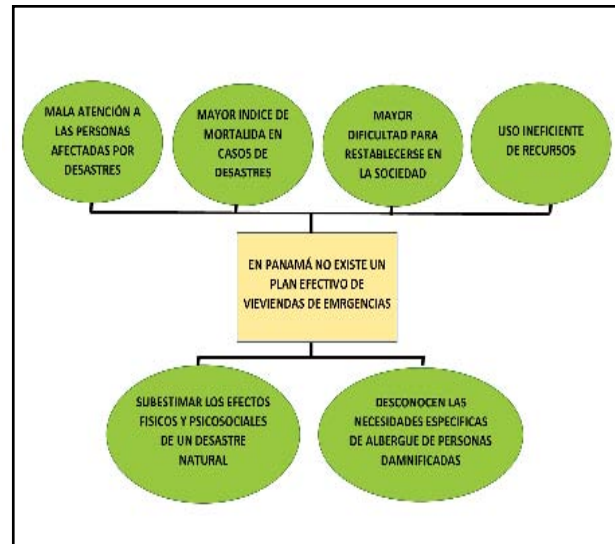


Figura 1. Árbol de problemas.

Un sistema integral de viviendas de emergencia que tenga en cuenta en su diseño estos aspectos será capaz de mejorar la calidad de vida de sus beneficiarios y proporcionar su inclusión social. Este sistema podrá, además, ser utilizado para albergar población incluida en programas de realojo durante procesos de construcción de soluciones permanentes de vivienda.

La investigación se proyecta en la disciplina del diseño, su objetivo principal es crear una vivienda que pueda ser utilizada como albergue, de carácter temporal enfocada a las personas damnificadas a causa de desastres naturales.

El proyecto plantea el diseño de prototipos arquitectónicos basados en estructuras construidas con materiales de carácter regional, orgánicos y/o reutilizables, capaces de armarse, desarmarse y ser fácilmente transportados, para dar solución a problemas como la instalación temporal de viviendas de emergencia, escenarios y cubiertas para actividades recreativas.

2. Materiales y métodos

Con el objetivo de crear un prototipo de vivienda de emergencia para personas damnificadas a causa de desastres naturales, se desarrolló una investigación documental para

evaluar mejores prácticas en programas de viviendas de emergencia efectivas en otros países.

Además, se utilizó una encuesta para determinar las necesidades socioculturales y comportamentales locales, que pudiesen incidir en el diseño (ver figura 2).

El procedimiento consistió en:

1. Determinar la existencia de programas de vivienda de emergencia en Panamá.
2. Valorar programas de vivienda de emergencias efectivas en países de América (Chile, Uruguay, México)[1].
3. Evaluar las eficiencias en los planes de acción de emergencias en Panamá.
4. Identificar las necesidades en Panamá, los fenómenos de carácter sociocultural en el territorio y el comportamiento.
5. Establecer las condiciones de diseños siguiendo los estudios socioculturales y bioclimáticos [3].
6. Diseñar un prototipo para responder a necesidades identificadas.
7. Indagar materiales para realizar el prototipo de vivienda de emergencia. La logística de manufactura y transporte fue un factor relevante para el diseño de la vivienda [4].
8. Diseñar un primer prototipo que cumpla con los parámetros inicialmente planteados y lo que se espera de la vivienda de emergencia.

3. Resultados y discusión

El desarrollo del prototipo inicial comienza revisando las condicionantes de diseño establecidas anteriormente según las investigaciones previas y el estudio de diferentes casos. De estas condicionantes y parámetros se realiza una jerarquización de las mismas para atenderlas de una mejor manera y facilitando además, el proceso de diseño, como se muestra en la figura 3.



Figura 3. Prototipo 1. Desglose.

Se puede mencionar entonces la temperatura del recinto, transporte y logística, método de ensamblaje y reciclaje de materiales como los principales. Tomando en cuenta esto, se procedió a revisar qué materiales cumplieran con estos parámetros o con la mayoría.

Primeramente se diseñó la estructura y forma principal del recinto. Atendiendo a temas de reciclaje y casos estudiados, un contenedor industrial se mostraba como la mejor opción para resolver este punto, debido a sus dimensiones universales, la accesibilidad debido a la condición comercial de la República, larga duración y opción de reciclaje.

El único aspecto negativo de esta solución era las altas temperaturas que se producen en un recinto de esta naturaleza debido a los materiales de sus paredes (ver figura 4).

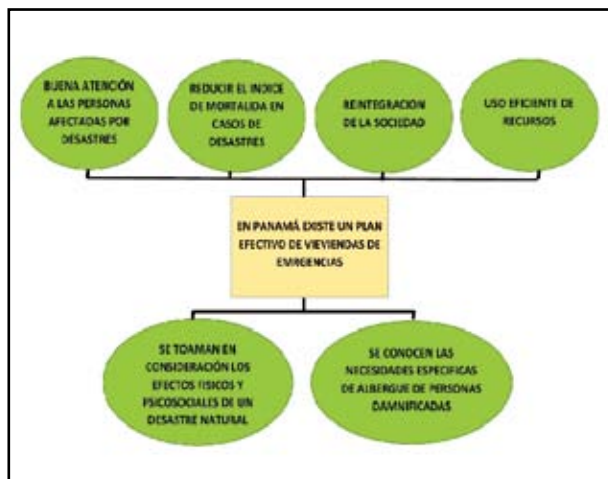


Figura 2. Árbol de objetivos.



Figura 4. Prototipo 1. Desglose.

Pensando en la reducción de la carga térmica, la mejor opción para el cerramiento del recinto era la madera que, debido a su versatilidad de formas, el transporte no presentaría problemas.

Entonces se propuso cortar las paredes del contenedor (reduciendo su peso) y reemplazarlas con paneles prefabricados de persianas de madera. Permitiendo así una buena ventilación.

La cubierta del contenedor se reemplaza con un cielo raso de láminas de madera con material aislante.

Para las fundaciones del prototipo (figura 5) se propone usar neumáticos viejos llenos de arena o barro y apoyar sobre los mismos pallets de madera. Esta solución resulta como una de las mejores investigadas, primeramente por el fácil manejo de los materiales durante su fabricación, además del carácter reciclado de los mismos y su fácil obtención en el territorio.



Figura 5. Prototipo 2. Desglose.

Para proteger al recinto de las lluvias y el sol se propone una cubierta externa de lona con estructura metálica. La propuesta consiste en una cercha prefabricada de tubos de acero que soporta una estructura metálica en la cual se tensa una lona impermeable. La idea es que la cercha tenga sus elementos unidos por pernos que permitan la rotación de los mismos en un solo eje, de esta manera puede doblarse toda la estructura para su transporte y almacenamiento.

El principal inconveniente de un elemento de estas características es el ensamblado y fue la condicionante que le dio forma al mismo.

Para resolver esto se creó un elemento que se atornille al piso del recinto, o a cualquier superficie plana, y que este sirva de guía y fundación para anclar los elementos de la cercha. Una vez que se tienen las dos cerchas en su lugar se colocan los elementos de la cubierta, uniéndolas por pernos a la cercha. Por último se coloca la lona tensada (ver figura 6).



Figura 6. Prototipo 2.

Cada unidad tiene espacio para 4 personas ubicadas en dos camarotes. Este sería el primer prototipo propuesto, el cual se llevará a revisión como se muestra en la figura 7.



Figura 7. Prototipo 3.

4. Conclusiones

Con los cambios realizados al recinto se estudió la posibilidad de crear un prototipo 3, de composición similar al prototipo 2, pero con mayor área de uso ya que la misma está limitada a una estructura fabricada en sitio y de materiales fácilmente trabajables y no a un contenedor prefabricado, permitiendo así la inclusión de más personas en una sola unidad, duplicando su capacidad con solo un 50% de área adicional.

REFERENCIAS

- [1] Juan J. Fontana, Pablo Laurino, Leticia Botti y Virginia Vila. “Hacia un sistema nacional de viviendas de emergencia”. 2013. Disponible en www.csic.edu.uy/renderResource/index/resourceId/36391/siteId/3
- [2] Constitución Política de la República de Panamá (con reformas de noviembre de 2004).
- [3] Abraham A. Maslow. A theory of human motivation. *Psychological Review*, Vol. 50, No. 4, pp. 370-396.1943 Disponible en: <http://emotionalliteracyeducation.com/abraham-maslow-theory-human-motivation.shtml>
- [4] Verónica Baena Graciá. “Fundamentos de marketing: Entorno, consumidor, estrategia e investigación comercial.” Barcelona: Editorial UOC, 2011.
- [5] Wikipedia. “Vivienda digna”. 2016. Disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/Vivienda_digna

Modelo de la transferencia de calor en proceso de manufactura por deposición fundida

Heat transfer model in fused deposition manufacturing process

Carlos Macías¹, Héctor Gutiérrez², Mario Ng³, Humberto Rodríguez⁴

^{1,2,3}Licenciatura en Ingeniería Mecánica – Campus Universitario Dr. Víctor Levi Saso – Universidad Tecnológica de Panamá

⁴Docente de pregrado– Licenciatura en Ingeniería Mecánica – Facultad de Ingeniería Mecánica – Universidad Tecnológica de Panamá

Resumen Un análisis teórico-experimental es empleado para modelar la transferencia de calor en piezas fabricadas mediante deposición fundida de ABS. Específicamente, se pretende elaborar un modelo matemático capaz de representar la distribución de la temperatura en la superficie. Se incluyen las fases de calibración y validación respectiva del modelo propuesto, garantizando así la exactitud de la representación del modelado del sistema real. Este análisis de transferencia de calor será de gran utilidad para futuras investigaciones en donde se desee conocer el efecto de la contracción térmica sobre las dimensiones finales de la pieza.

Palabras claves Conducción de calor, convección, modelado por deposición fundida.

Abstract A theoretical-experimental analysis is used to evaluate heat transfer in samples of ABS made by fused deposition manufacturing technique. Specifically, it is required to elaborate a mathematical model capable of representing temperature distribution in the sample surface. Verification and validation of our model are performed later, assuring the exact representation of real system with our model. This heat transfer analysis will be of great help for future researches where surface finish is related to sample cooling.

Keywords Heat conduction, convection, fused deposition model.

*Corresponding author: humberto.rodriguez@utp.ac.pa

1. Introducción

La manufactura por deposición fundida (MDF) es una técnica de manufactura considerada como una de las tecnologías de prototipado rápido de mayor auge en los últimos tiempos. El principio de funcionamiento inicia cuando el filamento o material plástico de modelado se conduce desde el carrete de la impresora 3D hasta el cabezal de impresión, que se mueve en las coordenadas X e Y. La boquilla del cabezal, la cual se encuentra por encima de la temperatura de fusión de los termoplásticos, hace posible la fundición del material y lo deposita en capas de un grosor especificado [2].

Una de las desventajas de esta técnica radica en que en ocasiones la precisión dimensional de la pieza suele comprometerse, lo cual limita su uso en escenarios donde las bajas tolerancias son un factor crítico de la fabricación. Este alto grado de incertidumbre en las medidas se debe a factores tales como las condiciones ambientales, la velocidad de impresión, el enfriamiento no uniforme de la pieza, etc.

Muchas han sido las investigaciones realizadas sobre MDF, una de ellas llevada a cabo por Yu-an Jin et. Al (2015) en donde se elabora un modelo matemático [1] para el estudio cuantitativo de la superficie de las piezas al implementar distintas técnicas de coordinación de movimiento, sin considerar los efectos de la transferencia de calor.

También P.J. Nuñez et. al (2015) [3] realizaron un análisis en cuanto a la precisión y rango de tolerancias en piezas 3D impresas, con el objetivo de establecer un estándar de calidad en la impresión 3D profesional. No obstante, en esta investigación también se desprecian los efectos de la transferencia de calor.

Por ello, se propone la elaboración de un modelo matemático capaz de definir la distribución de temperatura en la última capa de impresión. Esto sería útil, para en una próxima investigación, analizar la vinculación entre el enfriamiento de la pieza y la deformación por contracción térmica.

2. Metodología

2.1 Identificación de variables importantes

El fenómeno físico estudiado está gobernado por un conjunto de variables tales como: densidad del material (ρ), conductividad térmica (k), calor específico del material (c), coeficiente de transferencia de calor por convección (h), la temperatura del medio circundante (T_∞), temperatura de la base en donde se deposita el material (T_L), el área superficial conducción (A_p) y la difusividad térmica (α).

En el estudio se considera la transferencia de calor en régimen transitorio, además se desprecian los efectos de la radiación, y se asumen propiedades térmicas constantes en el material.

2.2 Formulación de hipótesis

En algunos casos cuando se imprimen piezas mediante deposición fundida estas suelen tener un mal acabado superficial, además de presentar deformaciones. Mediante el modelo, se intenta demostrar que existen variaciones de temperatura en la superficie de las piezas, que podrían acarrear deformaciones debido a la contracción térmica.

2.3 Aproximaciones matemáticas y modelado

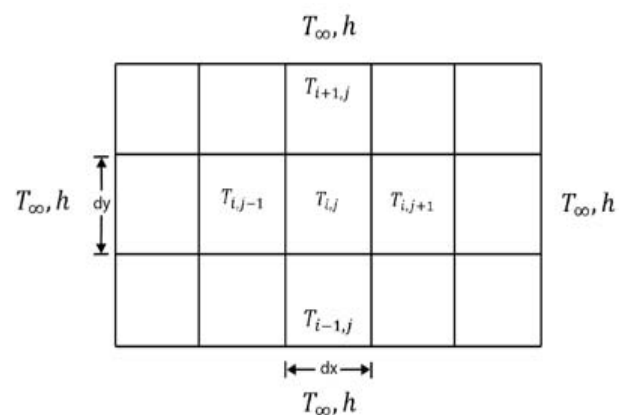


Figura 1. Discretización del dominio para la superficie en estudio.

En la aproximación presentada, se modeló el sistema con el método de diferencias finitas, involucrando cada una de las variables del sistema. La figura 1 muestra la forma en la que se discretizó la superficie de la pieza. Los elementos T_{ij} , $T_{i+1,j}$, $T_{i-1,j}$, $T_{i,j+1}$ y $T_{i,j-1}$ los elementos conforman una muestra representativa de una submatriz del campo de temperatura de la superficie.

Mediante la ecuación de Fourier [5] para la conducción de calor y haciendo un balance de energía en el elemento T_{ij} (ver figura 1) se obtiene la siguiente ecuación (1) diferencial:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) - \frac{kA_T}{A\rho c} (T - T_L) - \frac{hA_c}{A\rho c} (T - T_\infty) \quad (1)$$

En nuestro modelo se hizo una discretización de la ecuación (1) mediante el reemplazo del término laplaciano:

$$\Delta T = \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) \text{ por diferencias de temperaturas.}$$

Es decir:

$$\Delta T_{i,j} = \frac{(T_{i-1,j} - T_{ij}) + (T_{i+1,j} - T_{ij}) + (T_{i,j+1} - T_{ij}) + (T_{i,j-1} - T_{ij})}{dx dy} \quad (2)$$

A partir de la aproximación hecha en la ecuación (2) se reemplaza la dependencia espacial en la ecuación (1) pasando así a obtener la ecuación diferencial ordinaria (3) válida desde $i = 1 \dots m$ hasta $j = 1 \dots n$

descrita a continuación:

$$\frac{dT}{dt} = \alpha \Delta T_{i,j} - \frac{kA_T}{A\rho c} (T - T_L) - \frac{hA_c}{A\rho c} (T - T_\infty) \quad (3)$$

Las propiedades del Acrilonitrilo Butadieno Estireno o ABS fueron tomadas como se especifican a continuación:

$$\rho = 1060 \text{ Kg/m}^3$$

$$k = 0.17 \text{ W/mK @23}^\circ\text{C}$$

$$c = 1300 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$$

2.4 Calibración y validación del modelo

Para realizar las pruebas de calibración y validación del modelo se preparó un entorno controlado. Se diseñó e implementó una cubierta para encerrar el espacio de trabajo de la Lulzbot TAZ 5 de forma tal que la temperatura se mantuviera estable durante las pruebas. Las fluctuaciones de temperatura son una fuente importante que inducen errores, es la transferencia de calor no deseada. Se escogieron paredes de dióxido de carbono en estado sólido por su baja conductividad térmica. Para filmar el comportamiento térmico de los diferentes especímenes fue necesario montar la cámara termográfica Mobir M8 de tal modo que tomara imágenes de todas las capas, aunque el espécimen se estuviera moviendo durante el proceso. En la figura 2 se presenta la pieza cuadrada que fue el objeto de análisis cuyas dimensiones son de 40 mm x 40 mm.

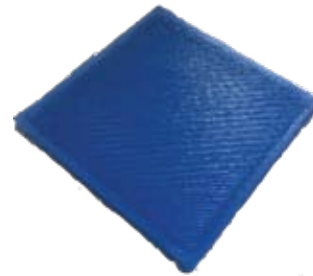


Figura 2. Pieza impresa para el análisis de transferencia de calor.

Después de construida la cubierta se observó una fluctuación de temperatura baja comparada con el espacio de trabajo abierto. A condiciones de impresión constante medimos una temperatura cuasi constante de 41°C dentro del espacio de impresión logrando uno de nuestros objetivos.

En el proceso de calibración del modelo, se utilizó una cámara termográfica para lograr captar imágenes que dan a conocer el perfil de temperatura en la pieza impresa. Posteriormente fue llevado a cabo un procesamiento de imágenes mediante el *software* Matlab para

obtener información acerca de la distribución de temperatura en algunas de las capas de impresión.

El procesamiento de imágenes se realizó con el objetivo de obtener información acerca de un pixel en específico y luego comparar el valor de composición de color en términos de la intensidad de los colores primarios de la luz (RGB) con el valor de RGB asociado a cada temperatura utilizando la escala de temperatura (ver figura 2).

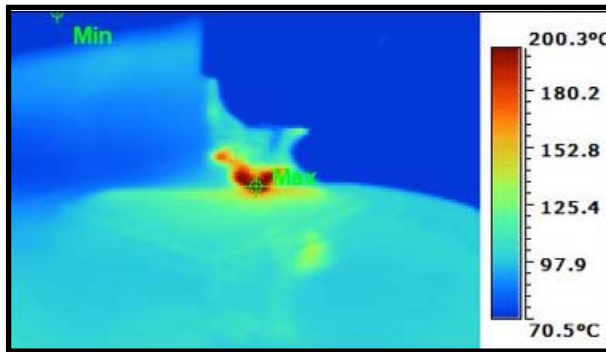


Figura 3. Imagen de la variación de la temperatura sobre la pieza.

En la etapa de calibración del modelo se utilizaron las imágenes obtenidas con la cámara termográfica para obtener el campo de temperatura superficial de la pieza para diferentes instantes de tiempo. Las temperaturas superficiales se utilizaron para estimar mediante el Método de Mínimos Cuadrados (MMC) los coeficientes de la ecuación (3), como se mostrará en la siguiente sección.

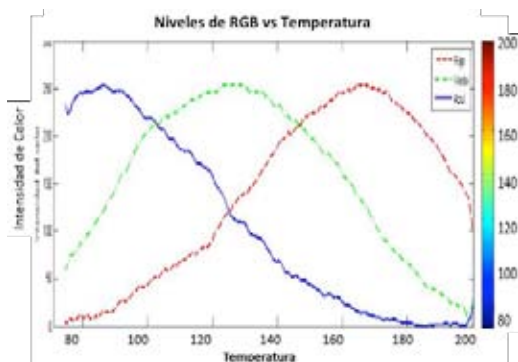


Figura 4. Gráfica de los componentes de color RGB vs Temperatura (75°C a 200°C).

Como primer paso, fue necesario encontrar una función que relacionara las intensidades de los componentes RGB de cada píxel de la imagen con su temperatura. Cada imagen captada con la cámara (ver figura 3) viene acompañada de una escala o mapa de color que muestra la relación entre las temperaturas y los colores de la imagen, lo cual se aprovechó para obtener el campo térmico.

Si se grafican los componentes RGB de los colores en dicha escala como función de la temperatura, se obtiene la gráfica mostrada en la figura 4. En vista de que ninguna de las curvas relacionaba de forma unívoca la intensidad del color con la temperatura, se decidió dividir la función del tono verde en dos segmentos (antes y después del punto máximo) y usar el valor del tono azul como condición para el uso de uno u otro segmento. Luego estas curvas se aproximaron con funciones cúbicas usando en método de mínimos cuadrados como se muestra en la figura 5 para el primer segmento.

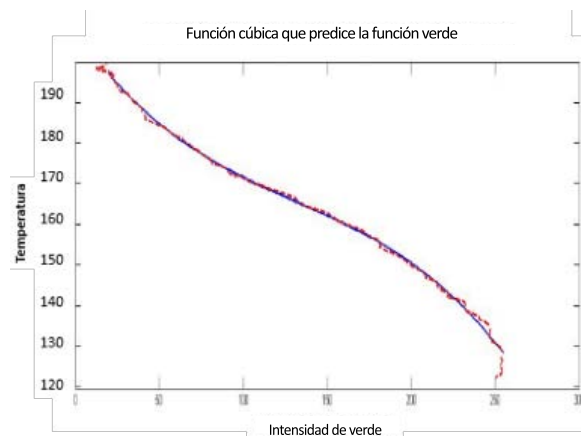


Figura 5. Aproximación de tercer orden mediante mínimos cuadrados para obtención del valor de la temperatura.

2.5 Método de Mínimos Cuadrados

Para la aplicación del MMC se expresó la derivada de la temperatura con el tiempo como la función a aproximar, en término del laplaciano ΔT_{ij} y de las diferencias

de temperaturas $(T_{ij}-T_L)$ y $(T_{ij}-T_\infty)$, las cuales serían ahora X_1 , X_2 y X_3 , respectivamente, en la ecuación de regresión:

$$Y = b_0X_1 + b_1X_2 + b_2X_3$$

Se utilizaron 150 valores de puntos aleatorios de imágenes térmicas consecutivas, estas se extrajeron del video captado a 12 FPS (cuadros por segundo). El cálculo del laplaciano discreto se realizó con los elementos vecinos igual que como se hizo en el modelo. Los valores obtenidos utilizando la función *regress* de Matlab [6] y que fueron incorporados después al modelo de la ecuación [3] son:

$$\alpha = b_0 = -1.2905 \times 10^{-6} \quad b_1 = -3.5523 \\ b_2 = -0.4112$$

Estos coeficientes son del mismo orden de magnitud de los valores calculados teóricamente. Para la validación se utilizó otro conjunto de puntos y con los coeficientes obtenidos. Se calculó el cambio de temperatura de un cuadro (frame) sucesivo, arrojando un error de estimación de aproximadamente 15%.

3. Aplicación

Luego de encontrar y ajustar la expresión matemática que describe la distribución de temperatura sobre la superficie de la pieza, se hizo uso de esta para elaborar un programa capaz de determinar la evolución en el tiempo del campo de temperatura, esto a su vez puede utilizarse en un programa de elementos finitos multifísico con acoplamiento de campo y deformación térmica, para así determinar fenómenos tales como el de pandeo. Como muestra de esto, se utilizó el módulo AIM del *software* ANSYS para obtener una simulación de estas deformaciones usando el campo de temperatura generado por nuestro modelo. La imagen se muestra a continuación:

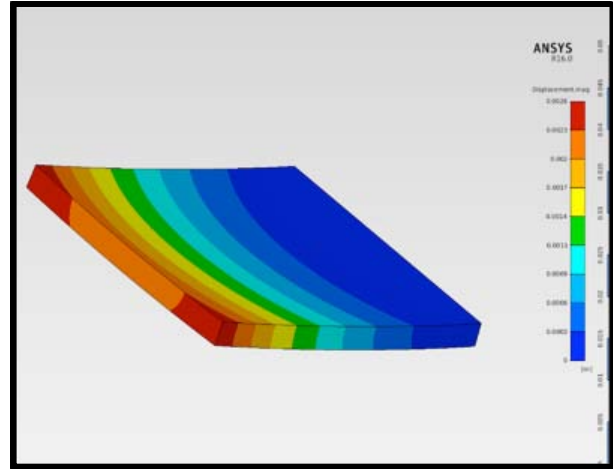


Figura 6. El campo de temperaturas estimado con el modelo híbrido se utilizó como condición de frontera para el programa de análisis de elementos finitos, ANSYS.

Agradecimientos

Queremos agradecer la ayuda prestada por el profesor Humberto Rodríguez, jefe del Laboratorio de Análisis, Diseño y Simulación, por su paciencia y disponibilidad en todo momento siendo así el impulsor de nuestro interés en esta investigación. De igual manera, se agradece a la oficina de ahorro energético de la UTP por brindarnos el apoyo con el equipo termográfico de medición de temperatura.

4. Conclusiones

Con el fin de mejorar la calidad en la impresión de las piezas, se elaboró un modelo matemático de transferencia de calor capaz de representar la variación de temperatura en la superficie de una pieza. Se obtuvo un modelo de transferencia de calor del proceso de manufactura por deposición fundida para la capa superior el cual fue calibrado y validado obteniendo un error razonable. Con este modelo se podrá estimar la contracción térmica a partir del coeficiente de expansión térmica del material de una manera sencilla. Esto a su vez permitirá estimar con mayor precisión las dimensiones de las piezas que se fabrican por este medio de manufactura.

Se propone como estudio investigar cómo predecir las deformaciones globales utilizando el modelo desarrollado.

REFERENCIAS

- [1] Y. Jin, H. Li, Y. He. “Quantitative analysis of surface profile in fused deposition modelling” Elsevier Journal, 2015.
- [2] S. Singamneni, A. Roychoudhury, O. Diegel, B. Huang. “Modeling and evaluation of curved layer fused deposition”, Elsevier Journal, 2011.
- [3] P.J. Nuñez, A. Rivas, E. García-Plaza, E. Beamud, A. Sanz-Lobera. “Dimensional and Surface texture characterization in deposition modeling (FDM) with ABS plus”. Publicado por Elsevier Ltd, 2015.
- [4] E. Umez-Eronini. “Dinámica de sistemas y control”. S.A. Ediciones Paraninfo. Edición 2001.
- [5] D. Seborg, E. Thomas, D. Mellichamp. “Process Dynamics and Control”. 2da Edición.
- [6] R. González. “Digital Image Processing Using Matlab”, 2da Edición. Editorial Gatesmark Publishing, 2010.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN, POSTGRADO Y EXTENSIÓN

INSTRUCTIVO PARA LOS AUTORES

Instrucciones a los autores

Los estudiantes de pregrado en ciencias, tecnología e ingeniería de todas las universidades, están invitados a enviar sus artículos en español, portugués o en inglés, siempre y cuando no hayan sido publicados con anterioridad en otros medios. Los autores, harán constancia de su condición de estudiantes de pregrado y que su artículo no haya sido publicado, ni tampoco sometido para su publicación en otra revista. Un estudiante de pregrado podrá presentar un artículo que haya co-escrito con un profesor, en este caso el estudiante será el primer autor y el correo de correspondencia será el del profesor.

Las ideas y opiniones expresadas en los artículos publicados, son de exclusiva responsabilidad de sus autores. Los derechos autorales de las materias publicadas, pertenecen a la Revista de Iniciación Científica – RIC – *Journal of Undergraduate Research*, que adopta la licencia de Creative Commons BY-NC del tipo “Atribución No Comercial”. La versión *online* es de acceso abierto y gratuito. La RIC no cobra por la sumisión o por el proceso de edición de los artículos (*articles processing charges* – APC).

La resolución mínima para las figuras e imágenes debe ser 300 DPI, para garantizar su calidad a lo largo del proceso de edición.

1.- Extensión: la extensión de los artículos enviados depende del tipo de trabajo sometido a publicación en la RIC.

Los artículos provenientes de trabajos de términos de grado, tendrán una extensión entre 8 a 10 páginas. Los artículos provenientes de trabajos presentados en jornadas, eventos, congresos y seminarios a nivel de licenciatura, tendrán una extensión entre 4 a 6 páginas y los artículos provenientes de trabajos de revisión de literatura, de una asignatura en particular, tendrán una extensión entre 3 a 4 páginas.

La cantidad de páginas, aquí enunciadas corresponden con la estructura de la plantilla adoptada por la RIC y diseñada por la SAP – Scientific & Academic Publishing (www.sapub.org)

2.- Estructura del artículo

Título del trabajo: no debe exceder a las 20 palabras (incluyendo preposiciones, conjunciones, artículos, etc.).

Nombre de los autores: colocar los nombres de los estudiantes en orden alfabético por apellido (primero nombre y después apellido) y de último el nombre y apellido del profesor. Se debe indicar el correo electrónico del profesor en el espacio indicado para ello.

Afiliación de los autores: se debe indicar la carrera de los estudiantes y su centro de estudios universitarios, el departamento, facultad y universidad del profesor tutor.

Resumen en español e inglés: dependiendo del idioma en la cual el artículo se haya sometido, éste tendrá una extensión de hasta 250 palabras como máximo. Será necesario presentar el resumen también en inglés.

Palabras claves: en el idioma en la cual se haya sometido el artículo y sus correspondientes en inglés.

Introducción: indicar la motivación en la realización del trabajo, los objetivos, una visión general, y la estructura del artículo. Corresponde a la revisión de la literatura.

Cuerpo principal: explicación de la metodología utilizada, algoritmos, datos utilizados, equipos, instrumento. También se incluye la parte de resultados y discusión.

Conclusiones: principales conclusiones obtenidas.

Referencias: las referencias deben enumerarse secuencialmente y el número va entre corchetes (e.g. [1]). Cuando haga referencia a una cita en el texto del artículo, por favor utilice simplemente el número de referencia, como en [2]. No utilice “Ref. [3]” o “Referencia [3]” excepto en el comienzo de la oración, e.g. “La referencia [3] muestra...”. Múltiples referencias deben enumerarse en corchetes separados (e.g. [2], [3], [4-6]).

3.- Instrucciones adicionales:

Con el interés de agilizar la etapa de revisión filológica y de estilo del personal de la RIC, se les recomienda a los autores tomar en cuenta las siguientes observaciones adicionales:

- Debe existir correspondencia entre las **Palabras Claves** y sus homólogos **Keywords**.

- Dejar un espacio entre una cantidad numérica y su correspondiente unidad de medición, por ejemplo: 5 % y no 5%, 80 m y no 80m; 40 °C y no 40°C.

- Utilizar letra cursiva – itálica - cuando se digitaliza una palabra, frase o expresión en otro idioma que no sea la lengua materna.

- No colocar punto a las subdivisiones numéricas de las partes del documento, es decir, por ejemplo 3.2 y no 3.2.; 4.2.1 y no 4.2.1.

- Utilizar mayúsculas en los títulos y subtítulos, solamente en caso de digitalizar nombres propios.

- Cuando haga referencia a figuras, cuadros, tablas, en el texto; coloque la palabra completa y en minúscula con la correspondiente numeración. Por ejemplo: “La figura 1 muestra...” y no “La Fig. 1 muestra”

Dirección

Responsable: Dr. Alexis Tejedor De León

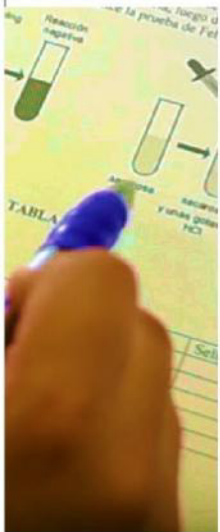
Calle: Avenida Universidad Tecnológica de Panamá

Ciudad de Panamá

Dirección Postal: 0819-07289

Teléfonos: (507) 560-3193 y (507) 560-3703

Fax: (507) 560-3442



Universidad Tecnológica de Panamá

Campus Universitario Dr. Víctor Levi Sasso,
Edificio de Postgrado, Planta Baja.
Teléfono: (507) 560-3703 / Telefax: (507) 560-3442
Correo Electrónico: editorial@utp.ac.pa
Web: www.utp.ac.pa
Apartado Postal 0819-07289 El Dorado,
Panamá Provincia de Panamá
República de Panamá.