



REVISTA CIENTÍFICA TRIMESTRAL DE CUBASOLAR

**REVISTA CIENTÍFICA de las
FUENTES RENOVABLES de ENERGÍA**

79

DIRECTOR GENERAL

Dr. C. Luis Bérriz Pérez

EDITORES

M.Sc. Madelaine Vázquez Gálvez
Ing. Jorge Santamarina Guerra

CONSEJO EDITORIAL

M. Sc. Ramón Acosta Álvarez
Dr. C. Luis Bérriz Pérez
M. Sc. Ricardo Bérriz Valle
Dra. C. Leidy Casimiro Rodríguez
Ing. Otto Escalona Pérez
Dra. C. Dania González Couret
Ing. Miguel González Royo
Dr. C. José A. Guardado Chacón
Lic. Bruno Henríquez Pérez
Ing. Nilo Ledón Díaz
M. Sc. Martha Mazorra Mestre
Dr. C. Conrado Moreno Figueredo
Dr. C. Rafael Parúas Cuza
Dr. C. Daniel Stolik Novyrod
M. Sc. Madelaine Vázquez Gálvez
Dra. C. Elena Vígil Santos

DISEÑO Y COMPOSICIÓN

Alejandro F. Romero Ávila

WEB MASTER

Jesús Guillermo Gil Delgado
Omar Dieppa

RELACIONES PÚBLICAS

Mabel Blanco de la Cruz

Eco Solar, no. 79 / 2022

Revista científica de las
fuentes renovables de energía
enero-marzo, 2022
ISSN-1028-6004
RNPS-2220



CETER



DIRECCIÓN

Calle 20, No. 4113, e/ 18A y 47
Playa, La Habana, Cuba
TEL.: (53) 72040010; 72062061
E-MAIL: madelaine@cubasolar.cu
HTTP://www.cubasolar.cu



CONTENIDO

PROGRAMA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES EN EL HOTEL

CLUB VILLA COJÍMAR.....3
Ailín Febles Álvarez, Celia Luvia Sánchez Borroto, Aleksey González Dugareva y Arnaldo Molina González

LA FORMACIÓN DE LA CULTURA ALIMENTARIA EN LA PRIMERA INFANCIA DEL CÍRCULO INFANTIL NUEVA GENERACIÓN.....9

Oristela Camero Gutiérrez, Leticia Hernández González, Norma González Lorenzo, Damiana Hernández Cañizares y Marbelis Olivera Lorenzo

RECOMENDACIONES ENERGÉTICAS PARA CUBA.....14

Carlos Martínez Collado

SOLUCIONES ALTERNATIVAS PARA REDUCIR EL ESTRÉS TÉRMICO DURANTE LA TARDE EN LA VIVIENDA SOCIAL CON TECHO DE LÁMINAS DE ACERO GALVANIZADO EN EL CLIMA CÁLIDO Y HÚMEDO DE PORTOVIEJO.....27

José Fabián Véliz Párraga y Dania González Couret

ESTUDIO PARA LA APLICACIÓN DE LA ENERGÍA RENOVABLE EN LA EMPRESA PROVINCIAL DE ALIMENTOS DE MATANZAS.....36

José Luis Sánchez Ávila, Marlene Orama Ortega, Juan Ramón Díaz Matos y Yaniel O. González Ramírez

ECO-ACÚSTICA PARA LA CONSERVACIÓN.....45

Olga Nataliá Tserej Vázquez

editorial
cubasolar

PROGRAMA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES EN EL HOTEL CLUB VILLA COJÍMAR

Por Lic. Ailín Febles Álvarez*, M. Sc. Celia Luvia Sánchez Borroto**, Ing. Aleksey González Dugareva***
y M. Sc. Arnaldo Molina González****

* Empresa Gaviota, Cuba.

E-mail: segundo.ab@playaparaíso.co.cu

** Universidad de Ciego de Ávila (UNICA), Cuba.

E-mail: celial@unica.cu

*** Universidad de Ciego de Ávila (UNICA), Cuba.

E-mail: lioja@bioplantas.cu

<https://orcid.org/0000-0002-2339-9494>

**** Desarrollo tecnológico y Soluciones a Sistemas Energéticos (DTSSE), Cuba.

E-mail: dtseml2017@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2355-9988>

Resumen

En el artículo se propone un programa de buenas prácticas ambientales en el Hotel Club Villa Cojímar, en Cayo Guillermo, con el fin de crear una diferenciación comercial y lograr una actuación positiva tanto de clientes internos como externos, que favorezca la preservación del entorno. Se demuestra que estas prácticas ambientales son viables de aplicar y solo requieren de la voluntad de las personas para su éxito. Para lograr este objetivo es necesario crear en los trabajadores una cultura de resiliencia con la naturaleza, y fundamentalmente una conciencia positiva acerca del medioambiente. También es preciso que los clientes, razón de ser de este sector llamado terciario, contribuyan favorablemente al desarrollo de las Buenas Prácticas Ambientales, por lo que resulta idóneo divulgar y promocionar las acciones que realiza el hotel en virtud de preservar el entorno que lo rodea.

Palabras clave: Medioambiente, turismo, sostenibilidad, buenas prácticas, entorno.

GOOD ENVIRONMENTAL PRACTICES PROGRAM AT THE VILLA COJIMAR HOTEL

Abstract

The article proposes a program of good environmental practices at the Villa Cojímar hotel in Cayo Guillermo, in order to create a commercial differentiation and achieve a positive performance from both internal and external clients, which favors the preservation of the environment. It is shown that these environmental practices are feasible to implement, and only requires the will of people for their success. To achieve this objective, it is necessary to create in workers a culture of resilience towards nature, and fundamentally a positive awareness about the environment. It is also necessary that customers, the *raison d'être* of this so-called tertiary sector, contribute favorably to the development of Good Housekeeping Practices, which is why it is ideal to disseminate and promote the actions carried out by the hotel by virtue of preserving the environment that surrounds it.

Keywords: Environment, tourism, sustainability, good practices, surroundings.

I. Introducción

El tema ambiental no puede ser una cuestión exclusiva de los ambientalistas. Al ser medioambiente aquello donde se vive, y de lo que se vive, se tiene necesidad de admitirlo e incluirlo en todas las esferas. Esto no puede hacerse de forma espontánea, depende de los conocimientos, la reflexión y la creación de una percepción, una conciencia, un comportamiento, en síntesis, de un imaginario ambiental. Se necesita de una nueva conciencia, una nueva cultura simbólica, de una nueva espiritualidad.

El camino a recorrer es, por tanto, largo y difícil. Exige creatividad y una nueva ética del conocimiento, que promueva la puesta en marcha de una nueva sociedad ambientalmente compatible [Alcántara *et al.*, 2017].

El turismo se ha convertido en la actividad económica más importante del mundo. Por ello, dada su importancia actual y futura, y atendiendo tanto a los problemas ambientales que puede causar como a su potencial para el desarrollo socio-económico, es necesario proveer a los responsables políticos y técnicos de herramientas que les ayuden a desarrollar en sus territorios actividades desde la perspectiva de la sostenibilidad [Diputación de Valencia, 2021].

La creciente repercusión económica y social del turismo, y especialmente del turismo relacionado con el ocio y la actividad física en el medio natural, ha favorecido la aparición de iniciativas empresariales que han experimentado un rápido crecimiento en los últimos años. En este proceso se han dado una serie de circunstancias propias de una actividad emergente, que han dificultado su planificación y estructuración. Estas son la estacionalidad, la falta de un criterio unitario en las normativas que reglamentan esta actividad, la aparición de nuevas actividades derivadas de la innovación en materiales técnico-deportivos y la simultaneidad de los conceptos de ocio, turismo y deporte [García, 2010].

El turismo es una actividad económica, la cual se ha ido encaminando a lograr un desarrollo sostenible, minimizando los impactos negativos que el hombre causa a la naturaleza. Para ello su desarrollo se ha dirigido en función de lograr una Gestión Medio Ambiental dirigida a la sostenibilidad, logrando así introducir nuevas ofertas como el ecoturismo, turismo verde, turismo sostenible u otras, similares, que buscan la calidad medioambiental.

El turismo ecológico o ecoturismo se basa en un conjunto de actividades relacionadas cuya eficiencia y competitividad depende fundamentalmente de la acción colectiva de actores privados y públicos, así como de una adecuada gestión de los recursos naturales [Acuña *et al.*, 1998].

Los atractivos socioculturales, políticos, naturales y artificiales permiten el desarrollo del turismo. Su desempeño económico, social y ambiental demanda una amplia comprensión, con el propósito de establecer los límites dentro de los cuales sea posible su adecuada gestión con respecto al ambiente. En general, los diversos impactos negativos que se le atribuyen al turismo son resultado de un sobredimensionamiento de esta actividad con respecto a la capacidad de carga que pueden soportar tales atractivos turísticos. Esto se ha debido, principalmente, a la incapacidad del Estado de velar por el cumplimiento de la

legislación ambiental, lo que ha provocado un desarrollo sin planificación de los proyectos turísticos.

El desarrollo del turismo trasciende los límites en los que ya no es posible evitar impactos negativos (el problema del manejo de los desechos sólidos, la contaminación ambiental, entre otros), incluso algunos de carácter irreversible, que paradójicamente dañan los atractivos, razón de ser de dicha actividad [Chen, 2017].

El sector turístico desarrolla un sinnúmero de actividades y servicios: alojamiento, restauración, transporte, diseño y comercialización, y múltiples actividades recreativas y culturales. Todas ellas tienen una gran importancia en el desarrollo económico y social. Pero para poderlas llevar a cabo precisamos de un medioambiente de calidad, cada vez más demandado por los turistas, y de unas estrategias que permitan desarrollar la actividad turística con visión de futuro. La puesta en marcha de proyectos turísticos sostenibles favorece la conservación y mejora de los recursos naturales y culturales y, por tanto, el mantenimiento del potencial económico para las próximas generaciones [Vargas *et al.*, 2015].

Teniendo en cuenta los impactos negativos generados al medioambiente es necesario enfatizar en acciones que logren minimizar los residuos y las emisiones que afectan la naturaleza. Para ello no se requiere de grandes inversiones, sino solamente de cambios de organización en los procesos, de cambios en la mentalidad en las personas, en fin, de actuaciones a través de instrumentos que favorezcan al medioambiente como las Buenas Prácticas Ambientales (BPA).

En Cuba, el Destino Turístico Jardines del Rey busca adoptar criterios de planificación y ordenamiento turísticos encaminados a hacer más compatible su desarrollo con el medioambiente, o sea, criterios de sostenibilidad que logren el necesario equilibrio entre la economía, la sociedad y el medioambiente.

Entre los instrumentos aplicados más comunes se encuentran: los códigos de conducta, las Buenas Prácticas Ambientales (BPMA) y los indicadores ambientales; estos no son más que partes del Sistema de Gestión Ambiental que se crea en cada organización en busca de la conservación y preservación de los recursos naturales. Se puede afirmar que las BPMA buscan minimizar los principales impactos ambientales derivados de la actividad empresarial, priorizando entre ellos el consumo de energía, de agua, de materias primas y la generación de residuos. Pretende mejorar la Gestión Ambiental de una Compañía en función de sus principales impactos ambientales, tratando de establecer líneas de actuación para reducir estos a través de cambios en los procesos.

Las Buenas Prácticas Ambientales son realmente útiles por su simplicidad y bajo costo, así como por los rápidos y sorprendentes resultados que se obtienen. Requieren sobre todo del cambio de la actitud de las personas y en la organización de las operaciones.

La conservación del desarrollo sostenible en el sector turístico

La demanda turística está siendo dirigida hacia la preservación de los ecosistemas locales, al consumo de re-

cursores naturales y al control de emisiones y residuos. Los clientes no prestan atención a todos los aspectos ambientales, sino a aquellos que están a su vista e influyen de forma directa en sus percepciones, la limpieza de playas, recogida de residuales sólidos, limpieza de las habitaciones, manejo y conservación de alimentos, entre otros. No tienen en cuenta aspectos tan importantes como el consumo excesivo de agua en las habitaciones, el uso de envases desechables, el gasto innecesario de energía eléctrica, el cambio constante de toallas y sábanas que aún están limpias, y otros aspectos que resultan preocupantes en hoteles que deciden poner en práctica medidas para la conservación y cuidado del medioambiente.

Un buen Sistema de Gestión Medio Ambiental puede conducir a la reducción del consumo de energía y agua potable, a minimizar el efecto medioambiental de los emisores atmosféricos, ruidos, vertidos de agua, a racionalizar y ahorrar el consumo de materias primas y recursos naturales, y a mejorar la imagen de la empresa frente a la competencia, entre otros beneficios.

La Agenda 21, en el programa de acción adoptado por la Cumbre de Río de Janeiro en 1992, identificó al sector de los viajes y el turismo como una de las pocas industrias que poseen el potencial de realizar una contribución positiva a la sostenibilidad de la vida en el planeta (UNSD, 1992). Esto es debido a que el turismo crea incentivos económicos para proteger recursos que de otro modo carecen de valor en el mercado; genera trabajo en el destino, exige contribución de infraestructuras que benefician por igual a residentes y visitantes por lo que recibe importantes medios de casi todos los sectores, pudiendo asumir el papel de liderazgo en la adopción de planteamientos sostenibles al presionar a sus proveedores para que les suministren bienes y servicios obtenidos, a su vez, de forma sostenible.

A fines del siglo XX aparece el concepto de desarrollo sostenible como un nuevo y ambicioso objetivo para guiar a la humanidad en su afán de crecimiento y supervivencia. Se trata de un concepto que ofrece una visión de futuro para afrontar los progresivos problemas del deterioro ambiental y de la distribución desigual de los recursos, y es acogido con gran éxito por la comunidad internacional. Por lo que se define como Desarrollo Sostenible al amplio objetivo político que incluye la intención de evitar aquellas actividades que podrían causar daños al medioambiente a largo plazo, y al deseo de garantizar una calidad de vida adecuada a las generaciones presentes y futuras.

II. Materiales y métodos

La aplicación de los instrumentos voluntarios de Gestión Ambiental en instalaciones hoteleras

Los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) surgieron en la década de los 90 como consecuencia del éxito de la serie de normas ISO 9000 para Sistemas de Gestión de la calidad, y por consiguiente se crea la Norma internacional ISO 14001: Sistema de Gestión Ambiental. Según estas, los SGA constituyen la parte del sistema de Gestión Global de una organización que incluye la estructura organizativa, la planificación de las operaciones, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y

mantener al día la política Medioambiental de las organizaciones.

Los SGA ofrecen un instrumento estructurado y sistemático para incorporar la variable ambiental a todos los aspectos de gestión de empresa, ya que representa la parte del sistema general de gestión que incluye la estructura organizativa, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, aplicar, alcanzar, revisar y mantener la política ambiental.

Se trata de un plan estratégico que determina los objetivos y metas a corto, medio y largo plazo y coordina los recursos humanos, técnicos y económicos necesarios para su conservación. Un SGA permite a las empresas evaluar y mejorar su comportamiento ambiental y difundir la información correspondiente al público y a otras partes interesadas.

La introducción de las Buenas Prácticas Ambientales pretende conseguir un cambio de hábitos y costumbres del personal en todos los puestos de trabajo de la empresa. En los hoteles que han implementado las Buenas Prácticas se ha observado que en ocasiones los trabajadores han considerado las nuevas tareas ambientales como una amenaza o carga adicional de trabajo. En cambio, varios hoteles manifiestan que el escepticismo inicial ha disminuido a medida que se realizaron actividades de comunicación y formación adecuadas.

Pero el proceso de traducir la información recibida en un cambio de comportamiento es muy complejo y depende de muchos factores. La sensibilización alcanzada por los programas de comunicación y formación suele generar un cambio inicial en el comportamiento ambiental de los empleados. El problema que se presenta es con la permanencia de este cambio y conseguir que las Buenas Prácticas Ambientales puedan ser incorporadas en las prácticas habituales de trabajo.

En Cuba se establece un Sistema para el Reconocimiento Ambiental Nacional adoptado en la Resolución 27/2000, la cual es redactada por un acuerdo del Consejo de Estado en conjunto con la Ministra de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Este es un sistema de inspección ambiental estatal con acciones de concertación, de autorregulación y de compromisos voluntarios por parte de las personas naturales o jurídicas, cuya actividad pueda repercutir de manera significativa sobre el medioambiente.

Los objetivos que establece dicho reconocimiento son: Incentivar la mejora continua del desempeño productivo y ambiental de las entidades involucradas y de esta manera contribuir a la solución de los principales problemas ambientales del país; favorecer el cumplimiento de los objetivos económico-sociales de la entidad sobre bases sustentables; contribuir a mejorar la imagen de la entidad y de los productos o servicios que comercializa; promover el cumplimiento de la legislación ambiental y las normas técnicas vigentes como requisito básico para alcanzar metas superiores; facilitar la participación de todos aquellos que deseen lograr mejoras sustanciales en la conservación del medioambiente.

Caracterización del Hotel Club Villa Cojímar

Con el surgimiento del Destino Turístico Jardines del Rey se inicia en la provincia de Ciego de Ávila la etapa moderna de desarrollo del Turismo.

La actividad turística de la Cayería Norte de esta provincia comienza en 1985, con la apertura de 8 habitaciones en tierra y 12 en el hotel flotante (patana acondicionada con este fin) y a cuyo conjunto se le denominó «Club Náutico Cayo Guillermo» (terreno en el cual se encuentra hoy ubicado el Hotel Club Villa Cojímar). Esta instalación recibía en su mayoría turismo italiano atraído por los altos valores naturales del mismo y su virginidad.

El proceso inversionista finalizó en 1995 al completarse las 212 habitaciones que conforman la instalación hasta la actualidad. En sus inicios esta funcionó con categoría 4 estrellas (1993-2000), y fue administrada por la firma italiana Flamingo en su primera etapa (60 hab.); y pasó a la firma Venta Club (también italiana), al ser terminada la fase final de construcción, hasta el año 2000, momento en que la instalación asumió administración propia, primera en el destino. Esto implicó cambios significativos como:

1. El Hotel Club Villa Cojímar comienza a ser comercializado con categoría 3 estrellas, único del destino con esta condición.
2. Deja de ser una instalación especializada en el turismo italiano para comenzar a operar con los tour operadores que comercializaban el resto de las instalaciones, y comienzan a recibir turismo canadiense e inglés, fundamentalmente.

Todo esto trajo consigo efectos negativos en la comercialización debido a que el hotel estaba previsto para atender al mercado italiano para el cual se contaba con experiencia, no siendo así para mercados de tipo canadiense e inglés, de los cuales no se conocían sus gustos y necesidades; por lo que la entidad se enfrentó con problemas vinculados a la reducción de los niveles de ocupación, ingresos, elevación de los costos y al enfrentamiento a las barreras comunicativas por tener bajo dominio del idioma inglés.

A esto se suma que la actividad turística está llamada a ser protagonista en la lucha por crear valores medioambientales entre sus trabajadores y que ellos influyan en sus comunidades de residencias, con el fin de crear una cultura eficaz para la conservación y cuidado del medioambiente y de cuya materia se desconocía cómo actuar mejor; todo ello conllevó a un creciente deterioro del entorno natural del Hotel y de su imagen ambiental.

En Cuba se han adoptado y aplicado una serie de medidas que van desde la creación de un ministerio para atender esa actividad, hasta la instauración de un Reconocimiento Ambiental con carácter nacional para las entidades que más se destaquen, sustentado todo ello en un ambicioso programa de educación ambiental enfocado principalmente hacia las nuevas generaciones.

III. Resultados y discusión

Propuesta de un programa de Buenas Prácticas en el Hotel Club Villa Cojímar. Matriz DAFO

Fortalezas:

El hotel aplica un Sistema de Gestión Ambiental dentro del cual se lleva a cabo un Sistema de Tratamiento de Re-

siduales y se emplea una Guía de Control medioambiental con inspecciones periódicas. Posee hermosas áreas verdes, con una vegetación variada, en su mayoría autóctona del lugar y muy bien conservada. Cuenta con personal capacitado y responsable en las áreas verdes, que poseen un amplio conocimiento de cómo cuidar y preservar la vegetación existente en la instalación. El hotel se encuentra inmerso en el proceso de perfeccionamiento empresarial y en cuyo expediente se aborda el tema del medioambiente, por lo que se establece la nueva política medioambiental que ha de seguir. Desarrolló un Sistema de Manejo Higié-nico Alimentario y se puso en aplicación. El tipo de agua utilizada para el riego proviene de la Planta de aguas residuales existente en el propio cayo, a la cual se le realizan exámenes periódicos en el laboratorio de Ciego de Ávila.

Debilidades:

No se cuenta con un personal que se ocupe de velar porque se cumplan las medidas establecidas en el hotel de forma sistemática. Falta de capacitación medioambiental a sus trabajadores. Falta de concientización, tanto en directivos como en trabajadores, para que estos incidan positivamente en acciones favorables al medioambiente, logrando que el criterio medioambiental impere por encima del económico. No se emplean eficientemente las medidas medioambientales ya vigentes. No existe un sistema de estimulación a trabajadores cumplidores en materia de medioambiente.

Amenazas:

La existencia en otros hoteles internacionales de días verdes o de días feriados donde se realizan actividades a favor del medioambiente como son la siembra de árboles y charlas comunicativas que abordan la temática. En Cuba ya existen hoteles que realizan acciones en función de una buena estrategia medioambiental, e incluso que poseen reconocimiento ambiental, uno en este destino, Meliá Coco. Existen hoteles en esta propia área geográfica con estrategias bien concebidas y desarrolladas en materia de medioambiente.

Oportunidades:

Con la aplicación de Buenas Prácticas Medio Ambientales el Hotel puede lograr su diferenciación en el destino, y así lograr captar mejores mercados y con mayor demanda. Los trabajadores del turismo cuentan con una entidad para la formación y superación de los trabajadores, durante el período de baja turística, donde la temática de medioambiente puede ser abordada con profundidad. Usar la publicidad para que los clientes al arribar al hotel conozcan qué medidas se realizan a favor del medioambiente, y que estos sean eficaces contribuyentes en su realización. El Sistema HACCP permite al cliente tener buena confiabilidad en cuanto a los alimentos que consume. La presencia en Cayo Guillermo de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Estrategia actual

Se desconectan las luces y equipos eléctricos cuando no se están usando. Se controla la calidad de la mercancía

que llega al almacén. Se controla el nivel de ruido que se produce al realizar labores. Se clasifican los desechos generados, aunque esto no siempre se realiza correctamente, ni son controlados sistemáticamente. Utilización del riego a partir de la Planta de Aguas residuales. Se verifica la limpieza de todas las áreas del Hotel. El abono utilizado en las jardinerías es orgánico, humus de lombriz. En el Hotel se mantiene un trabajo constante de mejoramiento y conservación del área de duna, pero presenta problemas con las pasarelas al estar mal construidas. En general, el estado de las áreas verdes y la jardinería es bueno, a pesar de no contar con nuevas tecnologías, solamente cuentan con mangueras para el riego. El tratamiento fitosanitario se aplica de forma preventiva ante la aparición de algún tipo de plaga aplicándose en el mayor por ciento productos biológicos como: bacilo *fumíguense*, *metarrisco letanis*, *vauberia vaciana*. Cuando las circunstancias lo requieren y en menor cuantía se aplican algunas plaguicidas de carácter benigno como *karate*, *cipermetrina*, *calboryl* y *rudomil*.

Estrategia a desarrollar

Contar con un personal encargado de verificar la clasificación y recogida de los desechos sólidos diariamente. Aumentar el número de tanques de recogida de desechos. Rescatar la duna perdida por la construcción de habitaciones, mediante la inyección de arena. Aplicación de un sistema de Buenas Prácticas Medio Ambientales. Brindar información diaria a los trabajadores en materia de medioambiente. Que el Hotel cuente con un local señalizado para el reciclaje, que sea conocimiento tanto de trabajadores como de clientes para así contribuir a una mayor participación de ambos. La planificación de estrategias para la identificación de los problemas ambientales que puedan producir impactos negativos sobre el medioambiente. Centrar las acciones encaminadas al ahorro y preservación de uno de los recursos ambientales más preciados e imprescindibles: el agua. Tomar la decisión por la gerencia del Hotel de someterse temprana y voluntariamente a un proceso de diagnóstico y verificación para demostrar su responsabilidad ambiental, apuntando hacia una actitud sostenible en la explotación de los recursos turísticos. Desarrollar proyectos medioambientales que sean publicados en folletos y carteles con información medioambiental de interés, y en el sitio Web del hotel. Utilizar medios de información creativos (como paredes, árboles y pizarras) para informar a sus clientes sobre asuntos medioambientales internos y sobre recursos y paisajes naturales de la zona. Realizar campañas en el Hotel que permitan transmitir el mensaje a los huéspedes. Actividades (en especial las dirigidas a los niños) y visitas guiadas a los jardines y las cocinas que ayuden a los huéspedes a entender cómo funciona el Hotel; también, organizar campañas de plantación de árboles.

A partir de obtener el diagnóstico estratégico y haber definido las principales características internas y externas de esta organización, se elaboró la matriz de impactos cruzados con la participación del Consejo de Dirección, mediante el método empírico Grupo focal, quedando como resultado que Mini-mini es mayor que Maxi-maxi por lo que la matriz de impactos cruzados es favorable, ya que las

limitantes no obstruyen el desarrollo positivo de las fortalezas y las oportunidades, pero si es necesario crear en la mente de todos una cultura favorable al desarrollo exitoso y real de las medidas ambientales.

Propuesta de un programa de Buenas Prácticas Ambientales

La realización de este programa de actividades estuvo enmarcada en la bibliografía Manual de Buenas Prácticas para la conservación del medioambiente en instalaciones turísticas ubicadas en ecosistemas costeros de Lorenzo D. Castillo Sánchez, La Habana, 2004 [Castillo *et al.*, 2004].

Las actividades que se programaron estuvieron orientadas a sensibilizar primeramente a los trabajadores en cuanto a la importancia de crear en el Hotel un turismo sostenible, por lo que las primeras actividades están encaminadas a los recursos humanos del propio hotel. Seguidamente se tomaron medidas de corte energético, tan necesarias hoy debido a la crisis que atraviesa el mundo, no estando Cuba exenta de esta problemática. Después fue vital crear medidas en el ámbito hidrológico en función de minimizar las pérdidas del consumo de agua potable, recurso limitado en el destino. El Eco-consumo es una vía saludable que contribuye a reducir las pérdidas irreversibles de los recursos naturales y conlleva a un mejor desempeño medioambiental, contribuyendo a su excelencia organizacional en materia del entorno natural. Una recogida y clasificación de residuos tanto sólidos como líquidos de forma inconsciente ha provocado con el decursar de los años grandes contaminaciones al medioambiente, que pueden llegar a provocar en este la destrucción de recursos terrestres, biológicos, acuáticos, atmosféricos, en fin, de recursos indispensables para la vida en el planeta; por eso las próximas medidas están encaminadas a reducir estos impactos. Para el ruido y la iluminación, que fueron las últimas actividades que se propusieron, no por ello dejan de ser importantes, pues afectan el confort de los clientes y fueron descubiertos durante las encuestas y la observación.

IV. Conclusiones

Las Buenas Prácticas Ambientales han de influir positivamente en el Hotel no solo desde el punto de vista medioambiental sino también desde el punto de vista económico, pues repercuten en el ahorro de energía eléctrica, en el consumo de agua y en la reducción de insatisfacciones de los clientes.

La propuesta de aplicación de las Buenas Prácticas Ambientales en el Hotel no requiere de grandes inversiones, sino de la voluntad y disposición de clientes internos y externos.

La aplicación correcta de las Buenas Prácticas Ambientales trae consigo beneficios adicionales en la diferenciación y comercialización del Hotel.

V. Referencias bibliográficas

- ACUÑA, M. Y D. VILLALOBOS (1998). «Ecoturismo en Costa Rica: Competitividad y sostenibilidad». <http://www.una.ac.cr/ambiente/AmbienTico/98/acuna.htm> Consultado el 06- 2020.
- ALCÁNTARA, REINA, YOANDRY (2017). «Diseño de un programa de gestión ambiental en el proceso de producción agropecuaria

- sostenible en la CPA Ignacio Agramonte, del municipio Ciro Redondo». Tesis presentada en opción al título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad de Ciego de Ávila.
- CASTILLO, LORENZO D. SÁNCHEZ (2004). *Manual de Buenas Prácticas para la conservación del Medioambiente en instalaciones turísticas ubicadas en ecosistemas costeros*. La Habana.
- CHEN MOK, SUSAN (2017). «Turismo y ambiente: un potencial para el desarrollo económico para Costa Rica». *Reflexiones*, vol. 84, núm. 2, 2017, pp. 25-37 Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72920803002>.
- COLLADO BALDOQUÍN, N.; L. A. RUEDA GUZMÁN Y D. GÓNZALEZ COURET (2019). «Hoteles de consumo energético casi nulo. Potencialidades y restricciones para Cuba». En revista Eco Solar 69, jul.-sep., 2019. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar. ISSN-1028-6004.
- Diputación de Valencia (2021). *Manual de turismo sostenible*. Disponible en <https://studylib.es/doc/5561810/> Revisado 10/2021.
- ESCALONA RODRÍGUEZ, I.; A. FERRER FAGUNDO, D. GÓNZALEZ COURET, L. A. RUEDA GUZMÁN Y N. COLLADO BALDOQUIN (2019). «Propuestas para mejorar la calidad de hábitat en la comunidad Las Terrazas». (68): Abr.-jun., 2019. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar. ISSN-1028-6004.
- GARCÍA SAURA, PILAR JUANA (2010). «Turismo activo y medioambiente: una implicación necesaria. Aspectos jurídicos». Cuadernos de Turismo, núm. 26, 2010, pp. 153-176 Universidad de Murcia, Murcia, España Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3981702000>.
- MORENO FIGUEREDO, C. ET AL. (2021). *Fuentes renovables de energía. Tecnología y aplicaciones*. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar. 698 p. ISBN: 978-959-7113-67-6.
- STOLIK, D. (2019B). *Energía fotovoltaica para Cuba*. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar. 534 p. ISBN: 978-959-7113-56-0.
- Ren21 Renewables (2021). *Global Status Report GSR 2020*. Secretariat c/o UN Environment Programme, 1 rue Miollis Building VII 75015, París, France. 370 p. ISBN 978-3-948393-03-8. Consultado: 15 de feb. de 2021. Disponible en: www.ren21.net.
- VARGAS, A., R. M. VACA Y GARCÍA DE SOTO (2015). «Sostenibilidad de la empresa hotelera: indicadores para su medición», 2015. {12-03-09 16:38}.
- VÉLIZ PÁRRAGA, J. F.; D. GÓNZALEZ COURET Y E. M. ZAMBRANO MARTILLO (2019). «Evaluación térmica de una vivienda en San Clemente». En revista Eco Solar (69): jul.-sep., 2019. La Habana, Cuba, Ed. Cubasolar. ISSN-1028-6004.

Recibido: 22 de noviembre de 2021.

Aceptado: 21 de diciembre de 2021

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflictos de intereses.

Contribución de los autores: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, redacción-revisión y edición: 25 % cada autor. Metodología y supervisión: Arnaldo Molina González.

LA FORMACIÓN DE LA CULTURA ALIMENTARIA EN LA PRIMERA INFANCIA DEL CÍRCULO INFANTIL NUEVA GENERACIÓN

Por M. Sc. **Oristela Camero Gutiérrez***, M. Sc. **Leticia Hernández González****, M. Sc. **Norma González Lorenzo*****, M. Sc. **Damiana Hernández Cañizares****** y M. Sc. **Marbelis Olivera Lorenzo*******

* Profesora asistente. Centro Universitario Municipal (CUM) Enrique José Varona de Taguasco, Cuba.

E-mail: oristelacg@uniss.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0003-3578-0839>

** Profesora asistente. CUM Enrique José Varona de Taguasco, Cuba.

E-mail: leticia@uniss.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0001-5039-769X>

*** Profesora asistente. CUM Enrique José Varona de Taguasco, Cuba.

E-mail: normag@uniss.edu.cu

<https://orcid.org/0000-0003-4887-1617>

**** Profesora Instructora. CUM Enrique José Varona de Taguasco, Cuba.

E-mail: dhernandez@nauta.cu

<https://orcid.org/0000-0003-1834-4998>

***** Profesora Instructora. CUM Enrique José Varona de Taguasco, Cuba.

E-mail: marbilisol78@nauta.cu

<https://orcid.org/0000-0002-6396-4427>

Resumen

El artículo aborda aspectos relacionados con la cultura alimentaria en la primera infancia, cuyo objetivo se relaciona con presentar y desarrollar actividades con los niños y niñas del Círculo Infantil Nueva Generación, de la localidad de Zaza del Medio, con el enfoque de formar motivaciones y modos de actuación sobre la producción y consumo de alimentos sobre bases agroecológicas y una cultura alimentaria coherente con sus principios, desde la dimensión educación y el desarrollo social personal. En el desarrollo de la investigación se emplearon los métodos: analítico-sintético, el inductivo-deductivo, así como el análisis documental. Dentro de las técnicas se aplicaron la entrevista y la observación participante, para constatar su implicación en las tareas orientadas. Las actividades realizadas contribuyeron a la formación de nuevos valores y hábitos en la producción y consumo de alimentos de niños, niñas y sus familias, así como la articulación con otros proyectos e instituciones de la comunidad

Palabras clave: Educación; formación; aprendizaje; agroecología.

THE FORMATION OF FOOD CULTURE IN EARLY CHILDHOOD AT THE NUEVA GENERACIÓN DAY CARE CENTER

Abstract

The article addresses aspects related to food culture in early childhood, whose objective is related to presenting and developing activities with the children of the "New Generation" day care center in Zaza del Medio, under the approach of forming motivations and modes of action on the production and consumption of food on agroecological bases and a food culture consistent with its principles, from the dimension of education and personal social development. In the development of the research, the methods used were: analytical-

synthetic, inductive-deductive, as well as documentary analysis. Within the techniques, the interview and participant observation were applied to verify their involvement in the oriented tasks. The activities carried out contributed to the formation of new values and habits in the production and consumption of food by children and their families, as well as the articulation with other projects and institutions in the community.

Keywords: Education, training, learning, agroecolog.

Introducción

En Cuba, la Educación Preescolar es el primer eslabón del Sistema Nacional de Educación, que tiene como propósito lograr el adecuado desarrollo del niño en este período de su vida y contribuir a su preparación para el aprendizaje escolar, de modo que el perfeccionamiento de las vías institucionales y no institucionales propias de este nivel educativo se fortalezcan desde el círculo infantil, el grado preescolar de la escuela primaria o el grupo del programa Educa a tu Hijo, que constituyen prioridades en la política del Ministerio de Educación [García, 2017].

En este contexto la cultura alimentaria y educación nutricional constituye uno de los elementos clave que, dentro de ese ámbito educativo en los primeros años de vida, puede contribuir a fortalecer hábitos y conductas beneficiosas para los individuos y la sociedad.

La cultura alimentaria es un conjunto de valores, sintetizados en múltiples manifestaciones asociadas a los modos y estilos de producir y comer, que constituyen reflejos del proceso histórico local y mundial en que se desarrollan, presupone una unidad entre lo biológico y lo socio-histórico-cultural, y contiene elementos afectivos [Vázquez, 2017].

La alimentación y la nutrición son dos procesos sumamente importantes en la vida del hombre, ya que ambos garantizan su crecimiento y desarrollo adecuados dentro de la sociedad, así como la prevención de diversas enfermedades en todas las etapas de la vida.

La educación nutricional debe iniciarse desde que el niño nace, continuarse en el círculo infantil y prolongarla durante toda su vida. Se debe tener presente que mediante su aplicación se contribuye a la satisfacción de las necesidades nutricionales, no solo desde el punto de vista cuantitativo sino además cualitativo; por ejemplo, la elaboración de alimentos que tengan buena aceptabilidad, valor nutricional e higiene adecuada.

La alimentación es una necesidad fisiológica fundamental de todo ser vivo. Mediante la misma se reponen las energías que se pierden en la actividad del organismo y se incorporan los componentes necesarios para el crecimiento y desarrollo físico. Es un derecho de los niños y las niñas, y su realización garantiza la supervivencia y desarrollo físico y en general su bienestar emocional.

En el artículo 77 de la Constitución de la República y en la Política Económica y Social de Cuba, se incluyen lineamientos dirigidos a elevar la producción de alimentos para garantizar una alimentación balanceada, nutritiva e inocua a la población [Constitución de la República de Cuba 2019, p.24].

Asimismo, el Plan de Soberanía Alimentaria y Educación Nutricional de Cuba contempla las directrices que

orienta el Estado cubano para la gestión de los sistemas alimentarios locales, soberanos y sostenibles, que se basan en la articulación intersectorial y la participación de todos los actores vinculados con la producción, transformación, comercialización y consumo de alimentos; así como el fomento de una cultura alimentaria y educación nutricional para el logro de la mejora de la salud de la población cubana [Plan SAN, 2020].

En este contexto, la formación de niños y niñas para una alimentación adecuada debe estar soportada en el conocimiento de la fuente de los alimentos y en la importancia de la producción y consumo agroecológicos.

De acuerdo a Moreno y Galiano [2015] una alimentación saludable debe poseer los niveles nutricionales adecuados para cada persona, lo que depende directamente de enfoques de producción y consumo de productos sin productos químicos sintéticos desfavorables a la salud, en lo cual la agroecología es un fundamento teórico y práctico para el logro de tales fines [Casimiro, 2017].

Teniendo en cuenta lo anterior, la formación de hábitos alimentarios es una necesidad para mejorar la calidad de vida, y que sirva de base para que la población adopte actitudes y prácticas alimentarias adecuadas y saludables.

Lo anterior corrobora la necesidad de formar la cultura alimentaria en edades tempranas, o sea, desde la primera infancia, aspectos abordados en los programas educativos de este nivel de educación.

Por tanto el objetivo de la investigación fue desarrollar un programa de actividades educativas que contribuyeran a elevar la cultura alimentaria en infantes, así como la evaluación de su impacto en niños y niñas del círculo infantil Nueva Generación.

Materiales y métodos

Como parte del tema abordado se tomó como escenario el Círculo Infantil Nueva Generación, por su vínculo con el proyecto «Miel en los años» del Centro Universitario Municipal Taguasco, desde los huertos productivos y los festivales de cocina ecológica, realizando encuentros de intercambio entre los adultos mayores, integrantes del proyecto, los trabajadores y padres de los niños y niñas [González, 2020].

En el desarrollo de las actividades se aplicaron varios métodos y técnicas de la metodología cualitativa, que propiciaron la comunicación entre el investigador y los sujetos investigados, así como el análisis cualitativo de los datos obtenidos. Permitted la aplicación del método de investigación-acción participativa, seleccionado para lograr la motivación de los niños y niñas hacia una alimentación sana y su participación en la agroecología.

Se evaluó de muy conveniente la aplicación de este método por la posibilidad que brinda en cada actividad, de transformar no solo el conocimiento de la primera infancia, sino también de los agentes educativos que intervienen en la formación de los infantes.

Se emplearon, además, los siguientes métodos teóricos y empíricos: el estudio de contenidos relacionados con las características de esta edad y con el desarrollo local sostenible. El análisis- síntesis está presente en cada parte y momento de los pasos acometidos dentro del proceso de la investigación.

El histórico-lógico permitió partir de determinados antecedentes filosóficos, psicológicos y pedagógicos en el estudio de la primera infancia y su desarrollo en las condiciones actuales; el inductivo-deductivo para establecer los razonamientos generales y particulares para su intervención en la cultura alimentaria y el desarrollo local sostenible desde los huertos productivos del círculo infantil y patios productivos del proyecto Miel en los años.

Dentro de las técnicas empíricas se aplicaron la entrevista y la observación participante a los implicados para conocer sus características individuales, la necesidad de su formación y su disposición para participar de forma voluntaria en las actividades; la observación participante fue el instrumento fundamental en la obtención de la información sobre la motivación para participar en las actividades.

Del nivel matemático-estadístico se aplica el cálculo porcentual y la tabulación durante el procesamiento de la información obtenida con la aplicación de los métodos empíricos.

Los métodos y técnicas aplicadas propiciaron jerarquizar el accionar integrado de los diferentes agentes educativos de la comunidad en la primera infancia, y su participación en la cultura alimentaria y otros procesos sociales que se desarrollan, desde la dimensión educación y desarrollo social personal.

Resultados y discusión

A partir de la intervención en el Círculo Infantil se apreciaron limitaciones relacionadas con la formación de la cultura alimentaria en la primaria infancia, dadas por:

- No se logra desde el hogar y la institución la familiarización con los vegetales antes de introducirlos en la dieta.
- Falta convencimiento de los agentes educativos que inciden sobre los niños y niñas para que ingieran los vegetales que se les ofrecen.
- Necesidad de practicar estímulos que corroboren la conducta alimentaria correcta.

Se desarrolló un programa de actividades para mejorar estos aspectos en particular, y en general fomentar una cultura alimentaria coherente con los principios de la agroecología.

El programa se logró mediante la aplicación de las actividades durante el horario establecido para las actividades independientes en el proceso educativo del Círculo

Infantil, aplicadas en el curso escolar 2018-2019. En este estudio participaron 20 niños y niñas del sexto año de vida, 20 familias de los niños seleccionados, 10 adultos mayores del proyecto «Miel en los años» jubilados de esa institución y los agentes educativos (maestras, auxiliares pedagógicas y educadoras).

La formación de hábitos alimentarios se puede lograr desde el trabajo con los contenidos de la dimensión educación y desarrollo social personal que se inicia desde que el niño nace, se continúa en el círculo infantil y se prolonga durante toda su vida. Se debe tener presente que mediante su aplicación se contribuye a la satisfacción de las necesidades nutricionales, no solo desde el punto de vista cuantitativo sino cualitativo; por ejemplo, la elaboración de alimentos que tengan buena aceptabilidad, valor nutricional e higiene adecuada.

Para el cumplimiento de este propósito se realizaron diversas actividades que contribuyeron a la formación de valores y actitudes nuevas en cuanto a la cultura alimentaria de la población seleccionada. Dichas actividades se ejecutaron con los objetivos siguientes:

- Incrementar la calidad de vida en los niños de la primera infancia.
- Fortalecer, a través del vínculo institución educativa y comunidad, espacios de participación y enriquecimiento sobre la cultura alimentaria.
- Incrementar la capacidad de investigación científica de docentes y estudiantes sobre la cultura alimentaria.

Para ello se desarrollaron las actividades siguientes:

1. Talleres de capacitación a docentes y familias sobre la importancia de una adecuada alimentación en la primera infancia.
2. Diferentes actividades culturales y socialmente útiles, para elevar la autoestima de niños y niñas y sus conocimientos sobre la producción y el consumo de alimentos agroecológicos, entre las que se destacan las siguientes:

Siembra de vegetales en el huerto

Se crearon parcelas y canteros con variedades de cultivos de hortalizas y vegetales para el autoabastecimiento, priorizando los de ciclo corto (lechuga, acelga, espinaca, rábano, remolacha, entre otros). En esta actividad participaron los niños y docentes con el objetivo de conocer en la práctica como se producen los vegetales, utilizando los instrumentos de trabajo para ellos diseñados. Resultó estimulante ver la motivación de los niños ante las técnicas de siembra. De esta forma introdujeron la ciencia en sus conocimientos, al vincular la teoría con la práctica, en concordancia con FAO [2019].

Fertilización, sana y saludable

En esta actividad los niños acudieron al huerto con el objetivo de cuidar y fertilizar los vegetales por ellos sembrados en la actividad anterior, conociendo de diferentes prácticas agroecológicas y el uso de abonos orgánicos beneficiosos para el suelo, la salud de los cultivos y una

futura alimentación sana a partir del consumo de esos productos libres de químicos.

Escuela de Educación Familiar

El papel de la familia en la conducta alimentaria de sus hijos se trató en las charlas educativas, dirigidas por una dietista, que profundizó en las consecuencias de la mal nutrición en la salud de los niños y las niñas menores de seis años, sensibilizando a las familias involucradas sobre la necesidad de cumplir el horario y la alimentación sana orientada para la edad. Se concluyó la actividad con el siguiente mensaje educativo: «La alimentación adecuada es uno de los índices y condiciones más importante para el desarrollo psíquico y fisiológico de las niñas y los niños. Contribuyamos a que crezcan y se desarrollen felizmente».

Mi patio productivo

Se efectuó un trabajo sistemático y diferenciado con las familias y trabajadores del Círculo para sensibilizarlos en el aprovechamiento de sus patios para hacer canteros y utilizarlos en la siembra de plantas alimenticias para el autoconsumo familiar, involucrando a los niños, niñas, adolescentes y adultos mayores.

Nace una semillita

Este experimento de germinación se hace en el Círculo Infantil con el apoyo de las educadoras y en la casa con la ayuda de la familia, pero los infantes son los protagonistas y custodios de la actividad. Dentro de un pomo de vidrio se coloca papel gaceta desechable, previamente enrollado en forma de cilindro. Dentro del espacio que limita el papel, colocamos algodón, una esponja o aserrín previamente humedecidos. Introducimos las semillas de tomate entre la pared del pomo y el papel enrollado. Es necesario agregar diariamente un poquito de agua para que el material se mantenga humedecido. Las semillas, al absorber agua aumentan mucho de volumen hasta que rompen el tegumento. La radícula se alarga, perfora la envoltura de la semilla, se dirige hacia abajo y se convierte en la raíz de la futura planta, la que se ramifica a medida que crece. Esto motiva la prolongación del tallito y da origen al tallo de la planta, que posteriormente se cubre de hojas. Los niños disfrutaban mucho del experimento y lo demuestran con sus opiniones sobre el fenómeno ocurrido.

Elaborando alimentos (Juego de roles)

Se desarrolló para crear argumentos en el juego de roles que propicien el desarrollo de una cultura alimentaria adecuada desde los primeros años de vida. El juego constituye la actividad principal en esta edad y a través de él llevan a la práctica sus sueños y conocimientos del mundo que los rodea. En este caso los niños van al huerto a recoger la cosecha por ellos sembrada y preparar platos de forma imaginaria con su familia. Aquí imitan las acciones de cocinar, lavar los vegetales, picarlos, etc. Resulta conmovedor cuando ellos realizan acciones prácticas con los vegetales que recolectaron en el huerto, los prueban, brindan a los compañeros y aplican las reglas para el uso correcto de los cubiertos. Estos hábitos adquiridos en el

niño perduran en su desarrollo biológico y social, ya que en este período de vida se establecen las bases del aprendizaje, del cual dependerá su futura capacidad intelectual.

La ayuda solidaria

De mucha utilidad fue la ayuda solidaria, desde los convenios con el Centro Universitario, campesinos y agrónomos para asesorar a trabajadores y familias en la siembra de diferentes cultivos y sus requerimientos, sobre bases agroecológicas.

Paseos y excursiones

Se realizaron paseos y excursiones dirigidos a huertos y patios productivos de la comunidad, también a otros lugares seleccionados donde se evidenció el desarrollo de actividades agrícolas y la producción de alimentos en la localidad.

«Miel en los años» con el Círculo Infantil

El vínculo del proyecto Miel en los Años con el Círculo Infantil, se establece desde la Cátedra del Adulto Mayor en Zaza del Medio. En ese sentido 10 mujeres miembros de la cátedra trabajaron en el Círculo Infantil Nueva Generación de este poblado hasta su jubilación. Las experiencias vividas y contadas con amor y hasta con lágrimas de añoranza, fueron el lazo que motivó a establecer convenio con esta institución el 28 de enero de 2010, fecha del aniversario de su fundación en 1960, y fecha en que niños y adultos mayores se unieron en tierno abrazo. Cada año Miel en los Años conmemora ese día con la entrega de vegetales, hortalizas y juguetes producidos en sus Patios Productivos y en los Círculos de Artesanas. También se brindan deliciosos y nutritivos platos elaborados por el manual de recetas de cocina del adulto mayor explicando sus formas de elaboración e importancia de su consumo [González, 2020].

La memoria fotográfica

Se ha logrado una compilación de fotografías de las actividades realizadas, recortes de revistas y periódicos acerca de los resultados de la producción de alimentos que conforman un álbum; este es mostrado en las visitas y se exhibe en las exposiciones. Los niños disfrutaban ser reconocidos en las fotos y son capaces de expresar lo que representan las fotografías.

La evaluación de los resultados se efectúa con el análisis crítico en cada actividad realizada, valorando la transformación individual en lo cognitivo, motivacional y en los modos de actuación de los niños y niñas, las familias y los agentes educativos (maestras, auxiliares pedagógicas y educadoras), antes, durante y después de cada actividad.

Este momento de control permite comprobar la efectividad de las acciones realizadas y de los resultados obtenidos para realizar los ajustes y correcciones requeridas en la siguiente actividad.

El control está presente desde la etapa de orientación en la que los participantes han recibido los modos de actuación y se preparan para el análisis reflexivo y colectivo sobre lo que aprenden, lo que se aporta para una correcta salud individual y colectiva que favorece el correcto desarrollo y la calidad de vida.

Algunos impactos fueron:

Se ha logrado despertar el interés de los niños y niñas hacia la producción y el consumo de vegetales.

Se promueven el protagonismo y las habilidades de los niños y niñas de la institución en la realización de actividades que tributan a la protección del medioambiente y el desarrollo de una cultura alimentaria bajo el enfoque agroecológico.

Se fortalece el vínculo entre la familia y la institución con respecto a la aplicación de los procedimientos de las actividades desde el hogar.

Se establece el vínculo con el proyecto «Miel en los años» en cuanto a la cultura alimentaria y el desarrollo local sostenible desde los huertos y patios productivos de la comunidad.

Se potencia la preparación y el protagonismo de los agentes educativos (maestras, auxiliares pedagógicas y educadoras) para la realización de actividades hacia los temas relacionados con el quehacer científico y la cultura alimentaria, lo que induce al niño a hacer ciencia desde sus posibilidades y conocimientos adquiridos en este nivel educativo.

Se fortalece el vínculo de la institución con el Centro Universitario Municipal y la comunidad.

Conclusiones

Se realizaron un conjunto de actividades con elementos teóricos y prácticos que contribuyeron a desarrollar en los niños y niñas de la primera infancia nuevos conocimientos y habilidades, a despertar interés hacia la producción y el consumo de vegetales, a fortalecer su protagonismo en la realización de actividades que tributan a una producción y consumo de alimentos bajo el enfoque agroecológico, y al vínculo entre sus familias e instituciones de la comunidad.

Referencias bibliográficas

CASIMIRO R, L. CASIMIRO G, J. SUÁREZ H, J. (2017). *Resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba*. Editora Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Matanzas. 252 p.

Colectivo de autores. (2019). *Constitución de la República de Cuba*, art 77. La Habana, Cuba. 24 p.

DÍAZ-CANEL, M. (14 de octubre de 2019). «Crear y aportar desde la Universidad». Periódico Granma. p. 5.

DÍAZ-CANEL, M. (27 de abril de 2020). «Producción de alimentos tarea de todos los días». Periódico Granma. p.2.

FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. (2019). «El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2019. Protegerse frente a la desaceleración y el debilitamiento de la economía». Roma, FAO. 256 p.

GARCÍA, O. (2017). «Los círculos infantiles en Cuba: una obra de la Revolución». *Revista Laplage*, 3 (1), (117-126). DOI: <https://doi.org/10.24115/S2446-6220201731240p.117-126Atri>

GONZÁLEZ L, N. CASIMIRO R, L. PIMIENTA G, M. ALBA H, D. PÉREZ C, M. (2020). «Impacto del proyecto Miel en los años en la cultura alimentaria del adulto mayor en Zaza del Medio». *Revista Eco Solar*, (73). Tomo 12 folio27. ISSN 1028-6004.

MACIAS M, A.I. GORDILLO S, L.G CAMACHO R, E.J. (2012). «Hábitos alimentarios de niños en edad escolar y el papel de la educación para la salud». *Rev Chil Nutr* , 39(3), (40-43). DOI: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v39n3/arto6.pdf>

MORENO V, J.M. GALIANO S, M.J. (2015). «Alimentación del niño preescolar, escolar y adolescente». *Revista Pediatría integral*, 19(4), (268-276). DOI: https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2015/xix04/05/n4-268-276_Jose%20Moreno.pdf

Plan SAN. (2020). Plan de Soberanía Alimentaria y Educación Nutricional de Cuba. 52 p.

UNICEF. (2019). «Niños, alimentos y nutrición». *Estado Mundial de la Infancia*, (1-24). DOI: <https://www.unicef.org/media/61091/file/Estado-mundial-infancia-2019-resumen-ejecutivo.pdf>

VÁZQUEZ, M. (2017). «Programa docente de formación de profesores en cultura alimentaria para adultos mayores». [Tesis de Maestría, Universidad de la Habana]. La Habana, Cuba.

Recibido: 25 de noviembre de 2021.

Aceptado: 24 de diciembre de 2021.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflictos de intereses.

Contribución de los autores: Conceptualización, investigación y supervisión: Oristela Camero Gutiérrez y Tomasa Norma González Lorenzo. Curación de datos, análisis formal, redacción-revisión y edición: Leticia Hernández González. Preparación, creación y presentación del trabajo: Damiana Hernández Cañizarez y Marbelis Olivera Lorenzo.

RECOMENDACIONES ENERGÉTICAS PARA CUBA

Por M. Sc. **Carlos Martínez Collado***

* Ing. Termoenergético y Máster en Ciencias en Agroecología y Agricultura Sostenible.

E-mail: carlosmc70@nauta.cu

<https://orcid.org/0000-0002-5670-4184>

Resumen

En años anteriores a la pandemia Covid-19, anualmente se importaba 51 % del combustible requerido en el país, característica de los consumos energéticos primarios, por fuentes y sectores de la economía, por ello se debe crear un programa de mejora del desempeño energético en todos los sectores de la vida social y económica de la nación, teniendo como meta la independencia energética de Cuba. Este análisis parte de considerar que de 100 % de los combustibles primarios consumidos anualmente, se destina 59 % a la generación de electricidad, y que como base hacia el 2030, la Unión Eléctrica se planteó 24 % de generación total de electricidad con el uso de fuentes renovables de energía, que aportaba 14,2 % de las necesidades energéticas nacionales; no obstante, el potencial de ahorro en el uso final de la energía es mucho mayor si se plantea un incremento de 10 % en el uso directo de las fuentes renovables de energía por el lado del consumidor, y el ahorro de 27 % de los consumos energéticos actuales en todos los sectores de la economía, con lo cual es suficiente para disminuir las necesidades energéticas de Cuba en 51 %, y con ello evitar las importaciones de combustibles. Esto se fundamenta en la existencia de tecnologías que garantizan ahorros superiores a 52 % o más y que permiten autoabastecer con fuentes renovables 100 % de las necesidades energéticas.

Palabras clave: Independencia energética, uso final de la energía.

ENERGY RECOMMENDATIONS FOR CUBA

Abstract

In the years prior to the Covid-19 pandemic, 51 % of the fuel required in the country was imported annually, characteristic of primary energy consumption, by sources and sectors of the economy, therefore, a program should be created to improve energy performance in all sectors of the social and economic life of the nation, with the goal of energy independence for Cuba. This analysis is based on the consideration that of the 100 % of primary fuels consumed annually, 59 % is destined to electricity generation, and that as a base for 2030, the Electrical Union proposed 24 % of total electricity generation with the use of renewable energy sources, which contributed 14,2 % of the national energy needs; However, the potential for savings in the final use of energy is much greater if an increase of 10 % in the direct use of renewable energy sources on the consumer side is proposed, and savings of 27 % of current energy consumption in all sectors of the economy, which is sufficient to reduce Cuba's energy needs by 51%, and thus avoid fuel imports. This is based on the existence of technologies that guarantee savings of 52 % or more and that allow self-supply with renewable sources for 100 % of the energy needs.

Keywords: Energy independence, final energy use.

I. Introducción

La independencia y soberanía de Cuba sería total si a la independencia social y política lograda se le adicionara la económica. Esto hace recordar que aún no se ha logrado la verdadera independencia, siendo un país económicamente dependiente. La necesidad de ser energéticamente independiente implica depender del petróleo y las tecnologías que se importan, y aun cuando se logre alcanzar la independencia petrolera es probable que se continúe siendo tecnológicamente dependiente, por ello estas dos metas deben ir de la mano.

Cuba es un país energéticamente dependiente porque no se disponen de suficientes fuentes fósiles, y la política energética vigente no ha puesto en el centro de nuestro desarrollo la identificación de los usos más significativos de la energía y la explotación mínima necesaria de las fuentes renovables y otros recursos nacionales que, en materia energética, se pueden poner en función de tales fines: independencia energética y tecnológica.

Cuba conoce sus potencialidades en energía eólica, y en hidroenergía, de cuyo potencial aún no se aprovecha más de 10 %, mientras que su posición geográfica la privilegia con buen sol durante todo el año, y aunque se fabrican módulos fotovoltaicos, su producción anual no sobrepasa 0,3 % de la demanda máxima de potencia eléctrica actual del país.

Por eso varias preguntas pueden servir como guía para encaminar esta propuesta:

- ¿Se puede, después de una Revolución Energética, crear una Política Energética sistémica que conduzca al país a la independencia energética retomando la experiencia vivida?

- ¿Los organismos, organizaciones superiores de dirección, y las empresas e instituciones subordinadas pueden identificar sus usos de la energía y, a partir de ellos, elaborar un programa energético que permita el mejoramiento continuo de su desempeño energético, disminuir sus usos finales de energía y con ello contribuir a la planificación de la economía nacional?
- ¿Podrá el país establecer una política de desarrollo tecnológico, sobre la base de las tecnologías de uso final de la energía, que garanticen un uso racional de los recursos y permita aprovechar las fuentes nacionales de energía, potenciando aquellas que más influyen en el uso final de la energía?

Esta situación de dependencia energética, se manifiesta a causa de la no identificación de los usos vitales de la energía, y por no contar con una estrategia para enfrentar dichos consumos energéticos en el sector o los sectores vitales de la economía, partiendo de identificar cuáles de ellos representan los principales consumos de los portadores energéticos primarios, de modo que hacia esos destinos finales se puedan dirigir la política y la estrategia energética del país.

II. Desarrollo

La necesidad de ser energéticamente independiente puede ser comprendida realizando una mirada retrospectiva a los últimos 30 años vividos, desde el punto de vista energético, donde el bloqueo ha tenido un impacto significativo en los consumos energéticos, y con ello su impacto sobre la economía del país. La problemática cubana puede comprenderse un poco más partiendo del análisis de la producción de energía primaria en Cuba desde 1990 hasta 2019 (Fig. 1).



Fig. 1. Hitos en la producción nacional de energía primaria.

En esta serie se significan varios hitos que pueden indicar la lógica a seguir para alcanzar la independencia energética del país:

- La producción de energía primaria decayó en el quinquenio 1990 a 1995 en más de 2,2 millones de toneladas de combustible convencional (Mtcc), cayendo desde 6,5 Mtcc en 1990 hasta 4,3 Mtcc en 1995, mostrando su mayor impacto en el período especial.
- El 1996 vio la mejor producción propia de energía en los más crudos años del período especial, con 4.935,0 miles de toneladas de combustible convencional (ktcc).
- En 1997 se crea el Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC), precursor de la Revolución Energética.
- En 1999 se alcanza la mayor participación de la energía primaria generada en el país, con 69,9 %.
- Se logra la mayor producción histórica de energía primaria en 2002, con 6.836,4 ktcc y una 69,7 % del total.
- Entre 2004 y 2007 se desarrollan los cambios tecnológicos de la Revolución Energética.
- El 2006 se declara como año de la Revolución Energética en Cuba.
- Entre 2008 y 2015 se disfruta de los beneficios del ahorro que introdujeron en la matriz energética las tecnologías de la Revolución Energética, lográndose la participación entre 47,9 y 49,9 % de la energía primaria propia en las necesidades nacionales (Cerdá *et al.*, 2020).
- El promedio de participación de la producción energética propia en el período 2008 y 2015 resultó igual a 48 %.
- El 2016 se caracterizó por las señales de obsolescencia de las tecnologías de la Revolución Energética; crisis de suministro externo, con gran depresión en

los meses de junio y julio; y caída de la producción nacional a 4.921,5 ktcc, inferior a lo logrado en 1996 año de período especial.

- El 2019 se caracterizó por la crisis coyuntural del mes de septiembre, cayendo la producción propia hasta 4.765,2 ktcc, manteniéndose en iguales cantidades a las logradas en el período especial.
- El 2020, que no ha sido incluido en la figura 1, reportó una energía primaria de 4,368.0 ktcc que supera el año 1995 en 2,1%, reportando en la actualidad, la más baja producción de energía primaria desde la época del período especial.

La Revolución energética mostró para Cuba, y para el mundo, cuánto se puede hacer con la introducción de las nuevas tecnologías y cuál es la estructura para lograr una independencia energética plena, en este caso 48 %. Los períodos de crisis, pasado (período especial) y presente (crisis coyuntural y pandemia Covid-19), indican los valores con los que se debe trabajar para lograr la plena y total independencia energética, de modo que determinando el promedio de energía primaria total consumida en los 30 años analizados, y multiplicada por 48 % según indica la Revolución Energética, Cuba necesita 4.547,1 ktcc de producción de energía primaria para ser energéticamente independiente.

Esta situación induce a la necesidad de una nueva Revolución Energética, pero esta vez, incluyendo la participación del pueblo para que introduzca por sus propios medios y libres de aranceles aduanales, tecnologías que aprovechen las fuentes renovables de energía. Además de considerar el lado de los consumos y usos finales de la energía, para potenciar el ahorro energético por medio de la importación y comercialización interna de tecnologías que garanticen una mayor conservación, uso eficiente y

Tipo	Consumo (MTon/año)	Consumidores fundamentales (MTon/año)
Crudo	2820	UNE: 2571 (91 %) Niquel: 129 (4,6 %)
Fuel	2139	UNE: 1457 (68 %) Niquel: 363 (17 %)
Diésel	1290	Transporte: 270 Electricidad: 183 Agricultura: 146 Niquel: 32
Gas	1251	Electricidad: 580 Manufacturado: 128 GLP: 118
Gasolina	230	Transporte: 48 Población: 53
Otros	396	Nafta: 81 Queroseno: 80 Turbo: 108 Asfalto: 78
Total	8126	

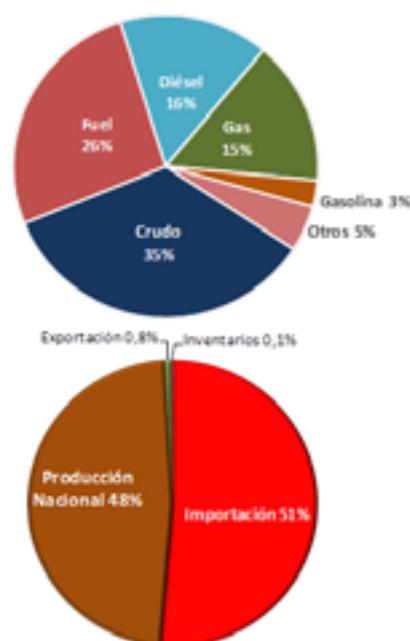


Fig. 2. Energía primaria año 2014.

almacenamiento de la energía, fundamentalmente para el sector residencial y para el emergente sector económico no estatal, que mucho puede aportar en este sentido.

Caracterización del balance energético nacional

El año 2014 presentó una estructura de la producción nacional de energía similar a lo que para Cuba representa la independencia energética. En este año 2014, con una estructura de consumo basada en los combustibles fósiles, de los cuales se importó 51 % y se produjo 48 % nacionalmente, se tiene lo siguiente (Fig. 2).

En la figura 2 se caracterizan las fuentes de energía primaria, la importación con 51 %, la producción nacional con 48 %, las exportaciones con 0,8 % y las reservas con 0,1 % del total. Se evidencia que Cuba es un país dependiente de la importación de combustible fósil.

En la figura 3 se muestran los destinos de la energía primaria total del país, destinándose 59 % a la generación de energía eléctrica y 41 % al consumo directo.

Como se aprecia en la estratificación de los consumos totales de combustible primario, los sectores residencial e industrial marcan una diferencia con el resto de los sectores, que seguidos del comercio, los servicios y el transporte engloban 93,6 % del total nacional; no obstante, el sector residencial demanda el mayor consumo 37,2 %, y el industrial 34,1 %.

Con 59 % del combustible primario destinado a la generación de energía eléctrica, es este el sector a considerar para lograr mejoras energéticas, que van desde la mejora de la eficiencia en las plantas térmicas, la introducción de ciclos combinados por medio de la gasificación del petróleo crudo cubano y la introducción de las tecnologías de generación a base de fuentes renovables de energía (Fig. 4). Por otra parte, en el consumo de combustible directo se destaca el sector industrial con 25 % del total, seguido por el transporte con 7 %, el sector residencial con 3 % y la agricultura, comercio y construcciones con 2 % cada uno.



Fig. 3. Distribución del consumo primario de energía (izquierda) global (derecha) y por sectores.



Fig. 4. Destinos del combustible primario.

De la energía eléctrica generada en el 2014 se destina al sector residencial 58 %; al comercio 22,5 %; y 15,9 % para el industrial; entre estos tres sectores se distribuía cerca de 96 % de la electricidad.

Tras dos años de crisis e improductividad provocada por la Covid-19, es por mucho el sector residencial el mayor consumidor nacional de energía eléctrica, lo cual se aprecia en la figura 5. Para lograr la independencia energética Cuba tiene que centrarse en lo que representa el sector residencial para la transformación de la matriz

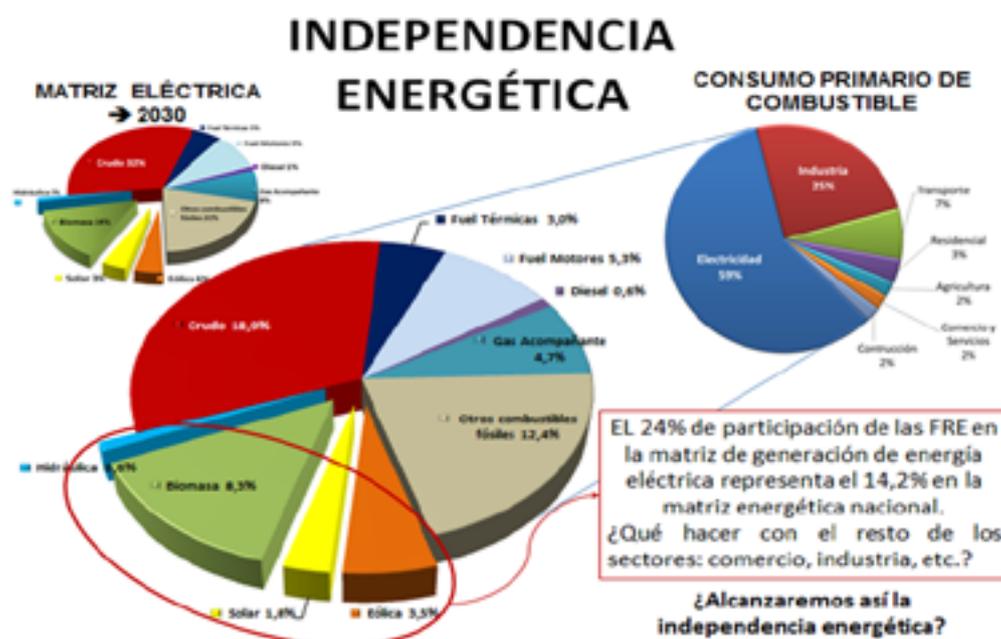
energética por el lado de baja tensión, o de uso final de la energía.

La independencia energética puede ser alcanzada si se visualizan las metas actuales en el contexto de la matriz energética nacional, poniendo como centro al sector residencial.

La generación anual de 24 % de la electricidad con fuentes renovables de energía, según se planificó en un principio, representaba para el país 14,2 % de los consumos primarios de portadores energéticos, tal como se muestra en la figura 6.



Fig. 5. Consumo de electricidad por sectores.



EL 24% de participación de las FRE en la matriz de generación de energía eléctrica representa el 14,2% en la matriz energética nacional. ¿Qué hacer con el resto de los sectores: comercio, industria, etc.?

¿Alcanzaremos así la independencia energética?

Fig.6. Participación de las FRE en la matriz energética hacia el año 2030.

El Decreto-Ley 345/2017, y las más recientes Resoluciones 206 y 242 de 2021 del Minem, abren una nueva etapa para la gestión energética de Cuba, pues disponen el marco legal para el uso mayoritario de las fuentes renovables de energía.

No basta con la importación de tecnologías para la energía solar fotovoltaica si no se sustituyen las que disminuyen el uso final de la energía.

Considerando que no será posible alcanzar la independencia energética, con las metas inicialmente trazadas hacia el año 2030, se analizará de manera gráfica, la forma en que las fuentes renovables de energía (FRE), y la gestión, la eficiencia y la conservación energética (GECE) contribuyen a esa independencia, sobre la base de mantener la producción nacional de energía primaria en 48 % con respecto a las necesidades anuales de Cuba (Fig. 7).

Los gráficos a, b, c y d muestran la evolución de la matriz energética mediante la introducción de tecnologías por el lado del consumidor, en lugar de incrementar la generación de energía por el lado de alta tensión o generación base. En las acciones primarias se hace necesario introducir 10 % de fuentes renovables en los usos directos de la energía en todos los sectores, además de reducir los consumos finales con un ahorro de 27 % en todas las organizaciones, para sumarlo a 14,2 % previsto inicialmente por la UNE. Lograr con estas acciones 51,2 % de ahorro general, posibilitaría alcanzar la independencia energética.

El gráfico anterior se puede interpretar del modo siguiente:

- Etapa actual: importación de 51 % de los combustibles primarios y completamiento con el 48 % de la producción nacional;
- Etapa de aporte de la UNE: 24 % de la generación de electricidad hacia el 2030, contribuye a 14 % del uso de las FRE en la matriz energética nacional;
- Etapa de uso directo de las FRE: se considera 10 % el uso directo de las FRE en el resto de los usos no eléctricos de la energía renovable, para que al sumarlo al 14 % que aporta la UNE, garantizar 24 % total en el uso nacional de las FRE; y
- d) Etapa de independencia energética total: se completan las necesidades energéticas con el ahorro de 27 % de los consumos finales de energía.

No se debe mantener la misma configuración con respecto a la producción, distribución y consumo de energía.

El modelo energético actual, basado fundamentalmente en los combustibles fósiles, es insostenible porque:

- Está basado en la importación de **más de 50 %** de los recursos energéticos;
- Está sustentado en el petróleo;
- Provoca graves impactos sobre el medioambiente;
- Posee una alta dependencia internacional.

Por ello resulta imprescindible el cambio hacia un modelo energético sostenible que garantice la independencia energética, que puede estar basada en cinco pilares estratégicos:

1. Desarrollo petrolero, que va desde la extracción, refinamiento profundo, gasificación y producción de hidrocarburos sintéticos;
2. Generación eléctrica en ciclos combinados, tanto tradicionales como a base de gas de síntesis, a partir de la gasificación de petróleo y biomasa;
3. Generación eléctrica a base fuentes renovables de energía, en lo fundamental a base de biomasa cañera, forestal, solar fotovoltaica, eólica y del biogás, aplicando en esta última, el concepto de cría de ganado a 100 % de tiempo de estabulación e importación de alimento animal en sustitución de la importación de combustible para la generación de energía eléctrica, con lo cual se logra la combinación de la producción de energía y alimento: carne, leche y sus derivados con el dinero destinado actualmente a combustible importado;
4. La participación del pueblo para disminuir el uso final y consumo de energía por el lado de baja tensión, a través de la importación libre de aranceles aduanales e introducción por medios propios de tecnologías que aprovechen las fuentes renovables de energía y que garanticen la conservación, uso eficiente y almacenamiento de la energía, fundamentalmente para el sector residencial y para el emergente sector económico no estatal, que mucho puede aportar en este sentido
5. Modificación de las tarifas tanto para cogeneradores residenciales, no estatales y estatales para estimular la generación por baja tensión, como la introducción de una tarifa que diferencie los horarios del día para el sector residencial, estimulando la salida de cargas fuera del horario pico nocturno fundamentalmente.

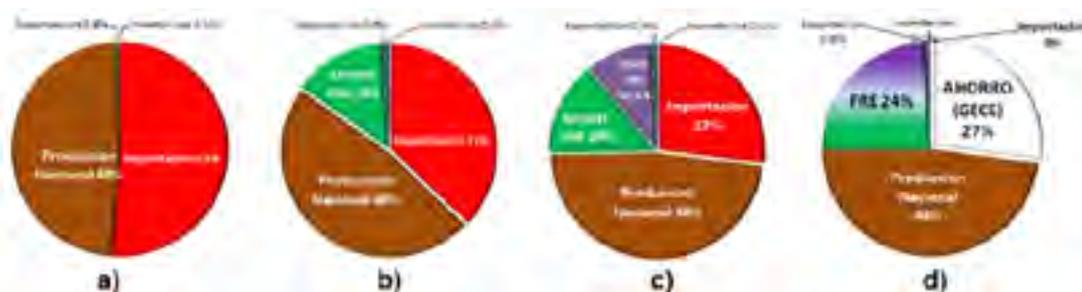


Fig. 7. Evolución de la matriz energética con la participación de las FRE y la GECE.

Sector residencial

El combustible primario se distribuye básicamente en forma de combustible directo, destinado a la generación de electricidad, la que se distribuye en varios sectores, siendo su mayor parte destinada al sector residencial, que como se muestra consume 37 % del combustible primario, integrado por 34 % de energía eléctrica y 3 % de combustible directo.

Con la situación económica actual, el sector residencial implica más de 80 % de la demanda pico al SEN (Fig. 8).

1. El 37 % del consumo de combustible primario se destina al sector residencial.
2. El 28 % de la energía consumida en el sector residencial se consume en el horario pico.
3. El 10 % del combustible primario se consume en el horario pico.

Como se aprecia en la figura 8, el sector residencial consume 37 % de la energía primaria. Por ello debe su foco de atención para establecer un programa de mejora del desempeño energético de este sector, promoviendo la libre importación, libre de aranceles, sin límite de cantidades, y con la posibilidad de comercialización de tecnologías, que en su conjunto tributen al ahorro de energía en horas pico y que garanticen ahorros energéticos que puedan superar 52 % de los consumos actuales en el uso final de la energía.

«Hoy en día, Cuba enfrenta varios desafíos, pudiéndose señalar la necesidad de incrementar la producción de energía a partir de sus recursos naturales, reducir la dependencia de la energía importada, introducir las fuentes renovables y proteger el medio ambiente, lo cual contribuirá considerablemente a su desarrollo económico y social sostenible» [Suárez-Rodríguez *et al.*, 2010].

Tarifa residencial

Modificar la tarifa eléctrica en base a contadores monofásicos de energía de triple registro, puede significar la disminución de la demanda de potencia de generación en al menos 438 MW en horas pico y evitar la inversión en 516 MW para el país, si dicha tarifa motiva a 10 % de los clientes residenciales a no demandar 1 kW en hora pico. Un estudio de la demanda pico actual del sector residencial podría definir la demanda por vivienda, valor necesario para una correcta estimación de la potencia dejada de invertir.

Una propuesta simple de modificación de la tarifa vigente, sin alterar su base de cálculo, se puede considerar por medio de dos cláusulas: la primera para bonificación o penalización por consumo energético y la segunda para el pago de energía entregada con base al horario pico, las cuales se pueden aplicar del modo siguiente:

Cláusula de bonificación o penalización por el consumo en hora pico:

1. Definir los horarios: madrugada con 8 horas, día con 12 horas y pico con 4 horas
2. Medir el consumo energético en los tres horarios: madrugada, día y pico;
3. Multiplicar por dos (2) la energía consumida en las 4 horas pico;
4. Mantener igual la energía consumida durante el horario diurno;
5. Dividir entre dos (2) la energía consumida en las horas de la madrugada;
6. Calcular la energía resultante de la suma del consumo calculada en los tres horarios;
7. Aplicar la tarifa vigente a la energía resultante y calcular el importe resultante;
8. Determinar, con la tarifa vigente, el importe según el consumo real medido en el mes;
9. Restar, al importe resultante, el consumo real medido y declararlo como: penalización, si es mayor que cero; o como bonificación si es menor que cero.

Cláusula para el pago a clientes con cogeneración y/o acumulación de energía:

1. Medir la energía entregada al SEN en los tres horarios: madrugada, día y pico;
2. Multiplicar por dos (2) la energía entregada en las horas pico;
3. Mantener igual la energía entregada durante el horario diurno;
4. Dividir entre dos (2) la energía entregada en las horas de la madrugada;
5. Calcular la energía resultante de la entrega calculada en los tres horarios;
6. Calcular el importe de pago al cliente, que resulta de multiplicar \$3,00 CUP por kWh de energía entre-

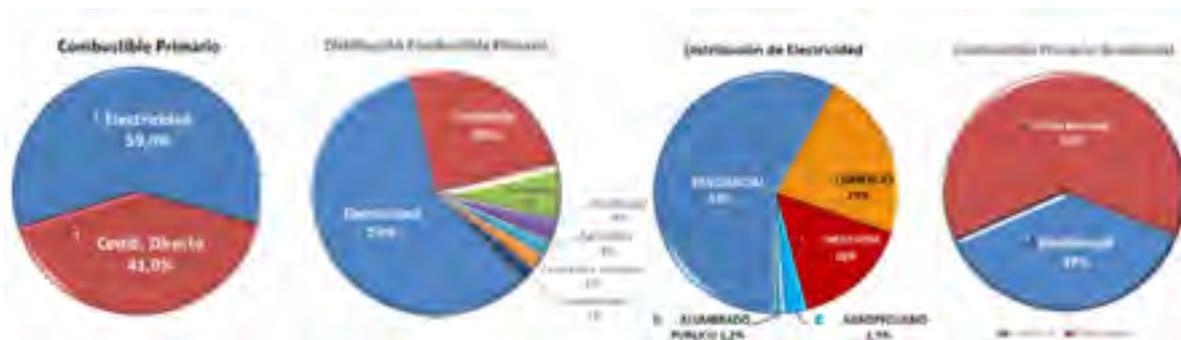


Fig. 8. Implicación del sector residencial en el consumo primario de energía.

gada en el mes, independientemente de la modalidad del contrato del cliente;

- Se aplica igualmente a los clientes que acumulan energía de la red y la inyectan al SEN en el horario pico; siempre que dicha acumulación se realice durante las horas de la madrugada.

Esta propuesta de tarifa será un estímulo real y simple a la introducción de tecnologías de para el consu-

mo energético por el lado de baja tensión en el Sector Residencial, pero no será posible si no se le permite la importación sin intermediarios estatales, libre de aranceles, sin límite de cantidades, y con posibilidad de comercialización liberada de tecnologías que garanticen ahorros por eficiencia y conservación energética, o que permiten el aprovechamiento eficiente de las fuentes renovables de energía, o su almacenamiento energético.

Ejemplo para el cambio tecnológico de una vivienda típica del sector residencial (Tabla 1)

Tabla 1. Consumo de energía por equipos electrodomésticos estándar en una vivienda cubana

Electrodomésticos estándar en una vivienda							
	Cantidad	Factor de coincidencia	Watt	h/día	días/mes	kWh/mes	% de Consumo
Bombillo ahorrador	4	0,4	14	6	30	10,08	5,4 %
Luminarias fluorescentes	4	0,4	22	6	30	15,84	8,6 %
Lavadora	1	1	350	4	5	7	3,8 %
Refrigerador	1	1	150	9	30	40,5	21,9 %
Plancha	1	1	1000	1	5	1,35	0,7 %
DVD	1	1	20	3	15	0,9	0,5 %
Televisor	1	1	75	6	30	13,5	7,3 %
Calentador eléctrico	1	1	1000	0,4	30	12	6,5 %
Ventilador	2	0,6	40	8	30	19,2	10,4 %
Cocina eléctrica HACEB	1	1	1200	1,25	30	45	24,3 %
Olla arrocera	1	1	600	0,3	30	5,4	2,9 %
Olla multipropósito	1	1	800	0,6	30	14,4	7,8 %
Consumo mensual de la vivienda:						185	kWh

Vivienda del sector residencial. Situación deseada (Tablas 2-5)

Tabla 2. Consumo de energía con equipos electrodomésticos eficientes en una vivienda cubana

Tecnologías ahorradoras en una vivienda								
	Cantidad	Factor de coincidencia	Watt	h/día	días/mes	kWh/mes	% de Consumo	% de Ahorro
Bombillo LED	4	0,4	7	6	30	5,04	2,7 %	50,0 %
Lámpara LED	4	0,4	9	6	30	6,48	3,5 %	59,1 %
Lavadora	1	1	350	4	5	7	3,8 %	
Refrigerador Inverter	1	1	40	24	30	28,8	15,6 %	28,9 %
Plancha	1	1	1000	1	5	1,35	0,7 %	
DVD	1	1	20	3	15	0,9	0,5 %	
Televisor LCD LED	1	1	30	6	30	5,4	2,9 %	60,0 %
Calentador solar	1	1	0	0,4	30	0	0,0 %	100,0 %
Ventilador	2	0,6	40	8	30	19,2	10,4 %	
Cocina a gas	1	1	0	1,25	30	0	0,0 %	100,0 %
Olla arrocera a gas	1	1	0	0,3	30	0	0,0 %	100,0 %
Olla multipropósito	1	1	800	0,6	30	14,4	7,8 %	
Consumo mensual de la vivienda:						89 kWh	47,8 %	52,2 %
Energía ahorrada						97 kWh	52,2 %	
Sistema Fotovoltaico	1	1	1000	4	30	120 kWh		
Energía sobrante						31 kWh		

Recomendaciones energéticas para Cuba

Considerando estas tecnologías se estimarán sus costos para el país, determinándose la inversión por vivienda para disminuir los consumos energéticos en el sector residencial.

Tabla 3. Costos de las tecnologías para la vivienda deseada

Costos de las tecnologías ahorradoras para una vivienda cero consumo (USD)				
	Especificación Técnica	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Bombillo LED	7 W E27	4	\$1,5	\$6,00
Lámpara LED	T8-G13-26/600 9 W	4	\$3,6	\$14,40
Refrigerador Inverter	300 Litros X120 W	1	\$300	\$300,00
Televisor LCD LED	32 Pulg X 30 W	1	\$200	\$200,00
Calentador solar	2 m ² X 200 Litros	1	\$186	\$186,00
Cocina a gas	1,8 kW X 2 Hornillas	1	\$20	\$20,00
Olla arrocera a gas	1,8 kW X 2,5 Litros	1	\$17	\$17,00
Costo de tecnología por vivienda				\$743,40
Costo del panel fotovoltaico	1	1	\$1300	\$1.300,00
Costo total de la inversión				\$2.043,40

Tabla 4. Factibilidad económica para una Vivienda de Cero Consumo

Factibilidad Económica para una Vivienda Cero Consumo	
Energía anual consumida en una vivienda tradicional (kWh)	2222 kWh
Costo de la energía eléctrica (\$/kWh) para el SEN	\$0,17
Inversión requerida por una vivienda (USD)	\$2.043,40
Ahorro anual por energía dejada de consumir del SEN	\$377,75
Ahorro anual por energía sobrante entregada por el PV al SEN	\$64,12
Ahorro total anual en divisas	\$441,86
Período de recuperación de la Inversión	4,62 años

Tabla 5. Indicadores energéticos, factibilidad por vivienda y total para la transformación residencial

Potencia evitada en una vivienda que saca 1 kW del pico		1,32 kW
10 %	Costo del kW evitado al SEN (\$/kW)	\$1.200,00
Inversión requerida para el contador multifunción		\$44,00
Inversión evitada por la vivienda		\$158,63
Inversión total requerida por una vivienda (USD)		\$2.087,40
Ahorro por energía e inversión evitada por la vivienda		\$600,49
Período de recuperación total de la Inversión		3,48 años

Sector empresarial

En este ejemplo se analiza una empresa que posee una estructura de consumo como la que se muestra en la figura 9, con respecto a las toneladas equivalentes de petróleo.

En una organización en la que los consumos se encuentren distribuidos según la figura anterior, se puede establecer como meta:

- Disminuir el consumo anual de energía en 27 %.

Esta meta principal estará integrada por otras específicas, como pueden ser:

- Reemplazar 100 % de las lámparas fluorescentes por lámparas LED para disminuir el consumo en iluminación en 50 %; teniendo en cuenta que la iluminación representa 8,5 % del total del consumo energético, se tendrá un ahorro de 4,2 %.
- El 0,8 % restante se logra con medidas organizativas en el uso de la climatización, que representa 16,9 %, medida que no requiere inversión.

Si la climatización convencional, que representa 16,9 %, se sustituye por *inverter*, con un ahorro mínimo de 30 %, se tendrá una disminución de 5,1 % del consumo.

De igual modo se puede proceder para el resto de los consumos energéticos de la organización, y se resumen a continuación (Tabla 6):

En este ejemplo se observa que 27 % de ahorro es alcanzable, pues, considerando los valores mínimos que implican el cambio tecnológico, se puede lograr 28,1 % de ahorro energético.

Línea meta, acomodo de carga y nuevas tecnologías

Para que los directivos, funcionarios y otros actores energéticos puedan establecer sus metas o líneas de base energéticas, y facilitar a los decisores la toma de decisión, se ofrece una lista con las tecnologías de eficiencia y conservación energética posibles de emplear, con los ahorros potenciales, en por ciento, con respecto a las tecnologías tradicionales. Esos valores son solamente indicativos y dependen en gran medida de las condiciones reales de cada instalación (Tabla 7).

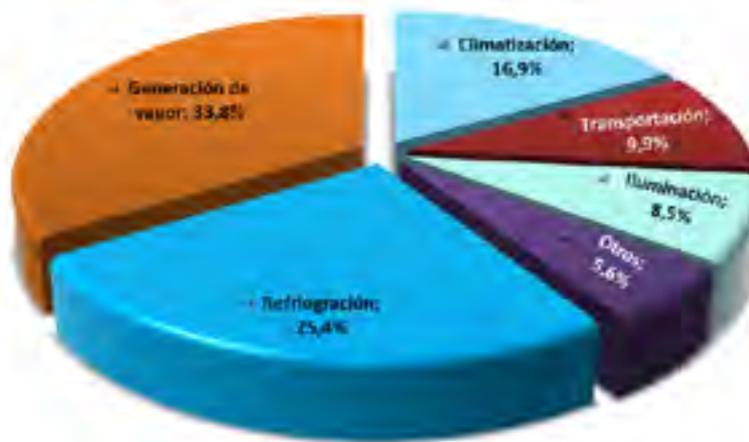


Fig. 9. Uso final de la energía en una organización.

Tabla 6. Ahorros por introducción de tecnologías eficientes y conservadoras de la energía

Uso final de la energía	Consumo (%)	Ahorro (%)	Ahorro en uso final (%)
Mejora de eficiencia en la generación de vapor	33,8 %	3 %	1,0 %
Climatización convencional por inverter	16,9 %	30 %	5,1
Transporte por cambio de vehículos eléctricos con contrato solar. Resolución 242/2021 Minem	9,9 %	100 %	9,9 %
Lámparas fluorescentes por lámparas LED	8,5 %	50 %	4,2 %
Refrigeración	25,4 %	30 %	7,6 %
Otros	5,6 %	5 %	0,3 %
Ahorro potencial total			28,1 %

Recomendaciones energéticas para Cuba

Tabla 7. Tecnologías y sus potenciales de ahorro

Tecnologías	Porcentaje de ahorro
1. Desalinización de agua con ósmosis inversa y energía solar fotovoltaica	100 %
2. Vehículos eléctricos con contratación de energía solar (Resolución 242/2021 del MINEM)	100 %
3. Calentamiento de agua con energía solar y su acumulación	70 a 100 %
4. Condensador evaporativo ahorro de agua, contra los de casco y tubo	88 a 94 %
5. Climatización con agua fría del fondo marino. Permite la creación de distritos de climatización. Solución ideal para la climatización de la Zona Especial de Desarrollo Mariel en esta etapa inicial de su crecimiento.	Hasta 90 %
6. Climatización por absorción solar con acumulación de frío	80 a 90 %
7. Sustitución de computadoras de mesa por laptop y mini-laptop	60 a 85 %
8. Iluminación (proyectos integrales de iluminación a LED. interior y exterior)	
a. Lámparas y luminarias LED	
b. Sensores de presencia	
c. Atenuadores de iluminación.	
d. Temporizadores.	50 a 75 %
9. Sustitución de televisores convencionales por TV LCD con iluminación a LED (pantalla plana)	50 a 65 %
10. Refrigeración <i>inverter</i>	
	30 a 50 %
a. Compresor de tornillo	
b. Compresor <i>scroll</i>	
c. Compresores de corriente directa sin escobillas	
11. Climatización <i>inverter</i> con refrigerante directo	30 a 50 %
12. Sistemas de bombeo (centrífugo) con variador de velocidad	30 a 50 %
13. Sustitución de tuberías obstruidas de HOFO, PEAD, galvanizada, etc. por tuberías de PVC	30 a 50 %
14. Trigeneración	30 a 45 %
15. Climatización <i>inverter</i> con refrigerante líquido secundario	20 a 35 %
16. Condensador evaporativo ahorro de energía contra casco y tubo	20 a 30 %
17. Sistemas de supervisión, regulación y control de datos (Instalación de sistemas SCADA)	20 a 30 %
18. Cogeneración	15 a 100 %
19. Ventilación con variador de velocidad	15 a 30 %
20. Bancos de capacitores (aumentan la eficiencia en la transmisión de la energía)	10 a 30 %
21. Cocción a gas con respecto a la cocción con electricidad	15 a 25 %
22. Condensación de refrigerante con agua, con condensador de tubo y coraza respecto a los de aire	15 a 20 %
23. Accionamiento eléctrico inteligente	15 a 20 %
24. Generadores de vapor (calderas)	3 a 15 %
25. Recuperación de calor y reutilización de energía residual.	6 a 10 %
26. Recuperación de condensados	4 a 8 %
27. Mejoramiento de redes de generación y distribución de vapor	4 a 8 %
28. Aire comprimido con compresor de tornillo	4 a 8 %
29. Sustitución de motores estándar o sobredimensionados por motores de alta eficiencia.	3 a 8 %
30. Mejoramiento del aislamiento térmico	3 a 6 %

Es importante señalar que los potenciales de ahorro no siempre representan una pronta recuperación de la inversión desde el punto de vista energético; tal es el caso de las computadoras por laptop, pues estas poseen un alto costo y no se justifica su sustitución por el simple motivo del ahorro energético; sin embargo si ello va aparejado a la obsolescencia de las computadoras tradicionales, será el momento idóneo para utilizar laptop y no computadoras de mesa, así también puede suceder con los televisores y otras tecnologías.

No es necesario restringirse a las tecnologías propuestas en la tabla 7, pues cada caso es particular y se pueden exponer otras posibles tecnologías, argumentando las ventajas de cada una en las condiciones de Cuba.

III. Conclusiones

La combinación del recrudescimiento del bloqueo y la crisis por la pandemia Covid-19, han disminuido la producción de energía primaria a niveles similares a los peores años del período especial.

El país debe prepararse para producciones de energía primaria del orden de los 4.547,1 miles de toneladas de combustible convencional (ktcc) y consumir según el promedio de los últimos 30 años, que es de 9473,1 ktcc.

Para alcanzar la independencia energética, la producción nacional de energía primaria debería tener 48 % mínimo de participación de la producción nacional de energía en la estructura total de consumo.

Para alcanzar la independencia energética Cuba necesita una segunda Revolución Energética, visualizando desde el inicio los años de vida útil, el período de duración y la fecha de recambio de las tecnologías para evitar obsolescencia.

Se puede disminuir el consumo en el uso final de la energía en más de 27 %, aunque las tecnologías disponibles garantizan ahorros de más de 52 %.

Cuba destina 59 % de los combustibles primarios a la generación de energía eléctrica, y de esta, 58 % se destina al sector residencial, por lo que en este portador el sector residencial, con 37 %, es el gran factor en la economía nacional, y condiciona 10 % del consumo en horario pico de todo el combustible primario del país.

La inclusión de dos cláusulas a la tarifa vigente, una para bonificación y penalización y otra para la venta de energía por el sector residencial, combinada con la medición mediante contadores de triple registro, y con la importación liberada sin intermediarios estatales, libre de aranceles, sin límite de cantidades y con posibilidad de comercialización liberada de tecnologías probadas que garantizan ahorros por eficiencia y conservación energética, o que permiten el aprovechamiento eficiente de las fuentes renovables de energía, o su almacenamiento, le permitirá al país evitar la inversión en cerca de 500 MW de potencia eléctrica en plantas generadoras, o en patanas como las actuales.

La combinación de la introducción de nuevas tecnologías y la posibilidad de que el pueblo contribuya eficazmente al alcance de la independencia energética, pondrá esta meta más cercana.

La gasificación del petróleo crudo cubano resulta una tecnología interesante para generalizar ciclos combinados

de producción, con lo cual se maximiza la eficiencia de las plantas térmicas.

IV. Bibliografía

- ABADIE, FERNANDO *et al.* (2017). *Manual de Planificación Energética 2017*. OLADE. Organización Latinoamericana de Energía. ISBN 978-9978-70-109-6. 2da edición, marzo 2017. Copyright © OLADE 2017.
- AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA. (2017). «Metodología Balance Energético». Recuperado de <https://www.ariae.org/sites/default/files/2017-05/balance%20energ%C3%89tico%20metodolog%C3%8Da%20ben%20.pdf>
- CARRETERO PEÑA, A. Y GARCÍA SÁNCHEZ, J.M. (2012). *Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora*. Editorial AENOR ediciones.
- CERDÁ, E., RODRÍGUEZ, D., Y SEBASTIÁN, M. (2020). Análisis comparativo de la evolución de indicadores energéticos en Cuba y España entre los años 1990 y 2016.
- CORREA SOTO, J., SÁNCHEZ SALMERÓN, D. M., CABELLO ERAS, J. J., NOGUEIRA RIVERA, D. Y DÍAZ VIÑALES, Y. A. (2021). «Balance energético como elemento de la gestión de gobierno local en Cuba: caso estudio municipio de Cienfuegos». *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1).
- DE SANTIAGO, E. (2020). «El sector residencial y la financiación en la ERESEE 2020». Reunión Proyecto AUNA. Octubre 2020.
- DÍAZ-CANEL BERMÚDEZ, M. Y FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, A. (2020). «Gestión de gobierno, educación superior, ciencia, innovación y desarrollo local». *Retos de la Dirección*, 14(2), 5-32.
- DOMINGO LAINO, LUIS. (2008). *Un Análisis de la Política Energética en Cuba. Población y Desarrollo*.
- GARCÍA, A. Y ANAYA, B. (2019). «Agro exportaciones en Cuba: potencialidades de inserción en cadenas globales de valor». Presentado en el Seminario Cuba en el contexto internacional: Reformas económicas y desarrollo sostenible. Foro Europa-Cuba, La Habana.
- GARCÍA, FABIO; YUJATO, MARCO Y ARENAS, ADIELA (2017). *Manual de Estadística Energética 2017*. OLADE. Organización Latinoamericana de Energía. ISBN 978-9978-70-121-8. 2da edición, mayo 2017. Copyright © OLADE 2017.
- Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético. Sector residencial. Dirección General de Eficiencia Energética. Ministerio de Energía y Minas. Perú.
- León García G. (2021). «Carlos E. Albona, el cubano que desea promover otra revolución energética». Recuperado de <http://www.cubadebate.cu/especiales/2021/09/09/Carlos-e-albona-el-cubano-que-desea-promover-otra-revolucion-energetica/>
- MARTÍNEZ COLLADO, C. (2015). «Conservación energética. Una mirada más allá de la eficiencia». *Revista Energía y Tú*, No. 69 (Enero-marzo, 2015). Recuperado de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia69/HTML/Articulo06.htm>
- MARTÍNEZ COLLADO, C. (2017). «El concepto de conservación energética para todos. Diferencia entre conservación y eficiencia energética en las tecnologías de cocción de alimentos». *Revista Energía y Tú*, No. 79 (Julio-septiembre, 2017). Recuperado de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Download/Energia79.pdf>
- MARTÍNEZ COLLADO, C. (2017). «Las tecnologías de cocción en los hogares cubanos». *Revista Energía y Tú*, No. 80 (Octubre-diciembre, 2017). Recuperado de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Download/Energia80.pdf>

- MORALES PEDRAZA, J. (2019). «Solar Energy in Cuba: Current Situation and Future Development». *Journal of Solar Energy Research Updates*, 6, 1-14.
- Oficina Nacional de Estadística e Información. ONEI (2020). *Anuario Estadístico de Cuba 2019*. Minería y Energía.
- SAGASTUME GUTIÉRREZ, A., CABELLO ERAS, D., VANDECASTEELE, C. Y HENS, L. (2018b). «Data supporting the assessment of biomass based electricity and reduced GHG emissions in Cuba». *Data in Brief*, 17, 716-723.
- SUÁREZ-RODRÍGUEZ, J.A., BEATON-SOLER, P.A. Y FAXAS-ESCALONA, R. (2010). *Estado y perspectivas de la energía fósil en Cuba*.
- TORRES, Y. (2020). «La eficiencia energética y el ahorro energético residencial», *South Sustainability*, 1 (1), p. e011. DOI: 10.21142/SS-0101-2020-011.
- UREE / Desarrollo Sostenible Empresa Nacional de Energía Eléctrica, ENEE (2013). Guía para Ahorrar Electricidad en el Hogar Adaptación para Honduras por Departamento de Uso Racional de Energía Eléctrica, Honduras.
- VÁZQUEZ, L., MAJANNE, Y., CASTRO, M., LUUKKANEN, J., HOHMEYER, O., VILARAGUT, M. Y DÍAZ, D. (2018). «Energy System Planning towards Renewable Power System: Energy Matrix Change in Cuba by 2030». *IFAC Papers OnLine* 51-28, 522-527.
- Worsham, E. y Vargas Esposito, G. (2017). «Powering the Pearl: A Study of Cuba's Energy Autonomy». 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology. Boca Raton, FL, USA.

Recibido: 28 de noviembre de 2021.

Aceptado: 25 de diciembre de 2021.

Conflicto de intereses: El autor declara que no existe conflictos de intereses.

Contribución de los autores: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición: Carlos Martínez Collado.

SOLUCIONES ALTERNATIVAS PARA REDUCIR EL ESTRÉS TÉRMICO DURANTE LA TARDE EN LA VIVIENDA SOCIAL CON TECHO DE LÁMINAS DE ACERO GALVANIZADO EN EL CLIMA CÁLIDO Y HÚMEDO DE PORTOVIEJO

Por Dr. C. **José Fabián Véliz Párraga*** y Dra. Sc. **Dania González Couret****

*Profesor de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

E-mail: jfveliz@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-5356-4537>

** Profesora Titular. Universidad Tecnológica de La Habana.

E-mail: daniagcouret@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1406-4588>

Resumen

La lámina de acero galvanizado es un elemento de construcción ampliamente usado en la vivienda social de los países en desarrollo. Desde el punto de vista térmico, es favorable en los climas cálido-húmedos en la noche, pero las personas que permanecen en la vivienda durante la tarde se exponen a condiciones de calor extremas. Este artículo muestra los resultados de investigaciones desarrolladas en Portoviejo, Ecuador, con vistas a proponer soluciones alternativas de bajo costo para reducir la temperatura interior durante la tarde, con recursos locales disponibles.

La investigación se desarrolló en tres etapas; la primera corresponde a un trabajo de campo en 49 cubiertas de láminas de acero galvanizado en viviendas sociales, durante la segunda se realizó un inventario de los recursos disponibles localmente en aras de proponer soluciones alternativas para reducir la temperatura interior, cuyo desempeño fue finalmente monitoreado en módulos experimentales. Los resultados fueron procesados estadísticamente y se realizó un análisis costo-beneficio.

Los habitantes están expuestos diariamente a 8,5 horas de estrés térmico, desde las 10:30 a.m. hasta las 7:00 p.m., el cual puede reducirse mediante las soluciones alternativas propuestas, hasta solo tres horas diarias usando falso techo de «zapán» (fibra vegetal del tallo de la planta del plátano) debajo del techo de láminas de acero galvanizado.

Palabras clave: Cubiertas, transferencia y estrés térmicos, confort, salud.

ALTERNATIVE SOLUTIONS TO REDUCE THERMAN DURING IN THE AFTERNOON IN SOCIAL HOUSING WITH GALVANISED STEEL SHEET ROO THE WARM AND HUMID CLIMATE PORTOVIEJO

Abstract

The zinc tile is a building material widely used in social housing over the developing world. From the thermal point of view, it is favourable in warm and humid climates at night, but people staying at home during the afternoon are exposed to extreme hot conditions. The present paper shows the results of several researches carried out in Portoviejo, Ecuador, in order to propose alternative low cost solutions to reduce indoor temperature during the afternoon based on the use of available local resources.

The research was developed in three stages, the first one corresponded to a field study in 49 zinc roof social housing; during the second, an inventory was made in order to propose alternative solutions to

reduce indoor temperature, which performance was finally tested in experimental modules. The results were statistically processed and a cost – benefit analysis was made.

Inhabitants are daily exposed to 8,5 hours of thermal stress, from 10:30 a.m. to 7:00 p.m., which could be reduced by the proposed alternative solutions, up to only three daily hours using a zapan ceiling below the traditional zinc roofs.

Keywords: *Roofs, thermal transfer and stress, comfort, health.*

2. Marco teórico

2.1- Cubierta, materiales y transferencia térmica en climas cálido-húmedos

Numerosas investigaciones se han enfocado en la transferencia térmica a través de la envolvente de las edificaciones, particularmente en la cubierta de la vivienda social, cuyos resultados aún reflejan posiciones contradictorias y problemas por resolver. Moreno, Morais y Souza [2017] demostraron que los techos de aluminio tenían mejor desempeño térmico que los de hormigón en la vivienda social de Brasil, mientras que Díaz [2012] reconoció la necesidad de mejorar el comportamiento de las cubiertas de «zinc» en la vivienda vernácula de República Dominicana, mediante una posible solución doble ventilada.

Por otro lado, Kabre [2010] otorga especial importancia al calor radiante proveniente del techo en el trópico húmedo y propone un índice para evaluar el desempeño térmico de esas cubiertas a partir de la temperatura de la superficie interior, asignando el peor valor (cero) al «zinc» y 1 a la solución que satisfaga las necesidades de confort para las condiciones específicas del clima local.

Gran atención se ha brindado también al estudio de materiales tradicionales y de nueva generación que contribuyan a reducir el flujo térmico a través de la cubierta en regiones tropicales [Pargana *et al.*, 2014]. Aditya *et al.* [2017] los clasifican en inorgánicos, orgánicos, combinados y materiales de nueva tecnología. También se investigan los elementos nanoestructurados y otras soluciones futuras como los aislamientos dinámicos y aplicaciones del hormigón [Jelle, 2011]. Pero las investigaciones de mayor interés para la sustentabilidad de los países en desarrollo son aquellas dedicadas al estudio de los materiales aislantes no convencionales, clasificados por Asdrubali, D'Alessandro y Schiavoni [2015] en naturales y reciclados. Entre los primeros se encuentran la caña, el bagazo, aserrín, maíz, algodón, palma, hojas de piña, arroz, girasol y paja, mientras que los reciclados incluyen espuma de vidrio, plásticos y fibras textiles. Mirón, Manea, Cantor and Aciu [2017] estudiaron la paja húmeda como material aislante orgánico, que puede también ser un buen regulador de la temperatura y la humedad como parte de un mortero.

La presente investigación pretende proponer soluciones que contribuyan a mejorar el ambiente térmico interior durante la tarde en la vivienda social con techo de «zinc» en Portoviejo, aprovechado los recursos locales disponibles, naturales o reciclados.

2. Marco teórico

2.1- Cubierta, materiales y transferencia térmica en climas cálido-húmedos

Numerosas investigaciones se han enfocado en la transferencia térmica a través de la envolvente de las edificaciones, particularmente en la cubierta de la vivienda social, cuyos resultados aún reflejan posiciones contradictorias y problemas por resolver. Moreno, Morais y Souza [2017] demostraron que los techos de aluminio tenían mejor desempeño térmico que los de hormigón en la vivienda social de Brasil, mientras que Díaz [2012] reconoció la necesidad de mejorar el comportamiento de las cubiertas de «zinc» en la vivienda vernácula de República Dominicana, mediante una posible solución doble ventilada.

Por otro lado, Kabre [2010] otorga especial importancia al calor radiante proveniente del techo en el trópico húmedo y propone un índice para evaluar el desempeño térmico de esas cubiertas a partir de la temperatura de la superficie interior, asignando el peor valor (cero) al «zinc» y 1 a la solución que satisfaga las necesidades de confort para las condiciones específicas del clima local.

Gran atención se ha brindado también al estudio de materiales tradicionales y de nueva generación que contribuyan a reducir el flujo térmico a través de la cubierta en regiones tropicales [Pargana *et al.*, 2014]. Aditya *et al.* [2017] los clasifican en inorgánicos, orgánicos, combinados y materiales de nueva tecnología. También se investigan los elementos nanoestructurados y otras soluciones futuras como los aislamientos dinámicos y aplicaciones del hormigón [Jelle, 2011]. Pero las investigaciones de mayor interés para la sustentabilidad de los países en desarrollo son aquellas dedicadas al estudio de los materiales aislantes no convencionales, clasificados por Asdrubali, D'Alessandro y Schiavoni [2015] en naturales y reciclados. Entre los primeros se encuentran la caña, el bagazo, aserrín, maíz, algodón, palma, hojas de piña, arroz, girasol y paja, mientras que los reciclados incluyen espuma de vidrio, plásticos y fibras textiles. Mirón, Manea, Cantor and Aciu [2017] estudiaron la paja húmeda como material aislante orgánico, que puede también ser un buen regulador de la temperatura y la humedad como parte de un mortero.

La presente investigación pretende proponer soluciones que contribuyan a mejorar el ambiente térmico interior durante la tarde en la vivienda social con techo de «zinc» en Portoviejo, aprovechado los recursos locales disponibles, naturales o reciclados.

2.2 Temperatura, confort, desempeño y salud

Cuando la sensación térmica percibida como consecuencia de la combinación de la temperatura del aire, la temperatura radiante, la humedad relativa, la velocidad del aire, la vestimenta y la actividad favorece el almacenaje de calor en el cuerpo, el sistema de termorregulación responde intentando incrementar su pérdida, pero cuando esto no ocurre en la medida necesaria, se genera un estrés térmico que conduce a la enfermedad e incluso a la muerte [Parson, 2003]. En la presente investigación se han asumido algunos valores límite de referencia para el confort y el estrés térmico.

Existen más de 80 índices desarrollados durante el pasado siglo para evaluar la sensación térmica percibida por las personas en términos de confort [Carlucci *et al.*, 2012]. El Voto de sensación verdadera «Actual Sensation Vote (ASV)», Sensación térmica «Thermal Sensation (TS)», (método de Givoni), Índice de discomfort «Discomfort Index (DI)» y el Índice de carga térmica «Heat Load Index (HL)» se calcularon para evaluar la sensación y el confort térmico durante el verano de Atenas en 2007 [Pantavau *et al.*, 2011]. El Índice de discomfort (DI) también se ha usado para evaluar la influencia de la distribución espacial del edificio en el confort, proponiendo un nuevo rango de valores [Din *et al.*, 2014]. Hendel *et al.* [2017] usaron el Índice de clima térmico universal «Universal Thermal Climate Index (UTCI)», Temperatura percibida «Perceived Temperature (PT)» y Temperatura fisiológica equivalente «Physiological Equivalent Temperature (PET)» para investigar apartamentos en París, tomando 26 °C como valor de ajuste.

La Temperatura de globo y bulbo húmedo «Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)», Temperatura fisiológica equivalente «Physiologic Equivalent Temperature (PET)» y el Índice de temperatura climática universal «Universal Temperature Climate Index (UTCI)» han sido usados por Fang *et al.* (2019) para evaluar la relación entre el intenso entrenamiento desarrollado en exteriores por estudiantes universitarios y las enfermedades causadas por el calor. La Temperatura fisiológica equivalente «Physiological Equivalent Temperature (ET)» también se ha usado para evaluar la mortalidad en el norte de Irán [Sharadkhani *et al.*, 2018] y el impacto del ambiente térmico en la salud humana en Nigeria.

Pero los valores de referencia para evaluar la tolerancia, así como los índices de confort, no pueden ser generalizados o mecánicamente trasladados de unas circunstancias a otras, porque las personas se aclimatan en los procesos de termorregulación. La termorregulación fisiológica puede precisar ajustes del balance de calor, pero es efectiva solo en un estrecho rango relativo de temperaturas ambientales (aproximadamente 36,8 °C +/- 0,5) [Hanna and Tait, 2015]. Según estos autores el desempeño adaptativo expande la tolerancia térmica humana y permite vivir en climas extremos, ya que una vez que la persona se aclimata, la tolerancia al calor y el desempeño físico se incrementan significativamente, y el tiempo para sentirse exhausto puede duplicarse. Sin embargo, se recomienda detener la actividad física cuando la persona alcanza la temperatura crítica de 39,0 - 40 °C. Para las personas, en general, la muerte ocurre cuando la temperatura está cerca de 41 °C, pero daños permanentes en el funcionamiento del orga-

nismo pueden comenzar a temperaturas más bajas. El intercambio de calor es más lento cuando la temperatura del aire excede 20 °C, y disminuye significativamente cuando ésta es superior a 35 °C. Para Quinn *et al.* [2014], temperaturas interiores mayores que 35 °C corresponden a índices de calor con daño potencial. De acuerdo con Zander, Moss y Garnett [2017], el estrés térmico puede manifestarse antes de que los síntomas clínicos sean evidentes, con profundos efectos en el desempeño.

A pesar de que los rangos de confort tienen un carácter local y estudios sobre este tema no existen para Portoviejo, y aun sabiendo que las posibilidades para adaptarse a condiciones térmicas cambiantes son limitadas por el estrecho rango de temperaturas admitido por el cuerpo humano, ciertos valores se han tomado de la literatura internacional consultada para el análisis costo-beneficio.

Existe consenso en considerar aproximadamente 26 °C como punto de *cambio, límite de las condiciones de confort térmico* [Hendel *et al.*, 2017], [Pyrgou *et al.*, 2018]. Temperaturas cercanas a 30 °C y superiores a 28 °C se registran como *no confortables* en climas cálido-húmedos como el de Portoviejo [Omonijo, 2017; Nematousa *et al.*, 2019], de forma tal que la productividad, desempeño y concentración en las labores domésticas o el estudio comienzan a verse afectados. Finalmente, con temperaturas mayores que 35 °C, y cercanas a la temperatura del cuerpo, el intercambio de calor disminuye significativamente, constituyendo un calor potencialmente dañino para la salud en la vivienda [Hanna *et al.*, 2014; Quinn, A. *et al.*, 2014; Hatvani *et al.*, 2016].

Entonces, cuando la temperatura interior está por encima de 26 °C se considera que las personas pueden sentir calor, y cuando excede 28 °C y está cerca de 30 °C, se asumen posibles afectaciones a la productividad y las labores domésticas, aunque el efecto no pueda ser cuantificado, ya que las personas que hacen ese trabajo, por lo general no reciben un pago a cambio. Cuando la temperatura interior es cercana a 35 °C, se consideran potenciales afectaciones a la salud de los habitantes.

Las reducciones de temperatura que se obtienen con las soluciones alternativas de cubierta propuestas, contribuirían a reducir el período de tiempo en que los habitantes están expuestos a estrés térmico con afectaciones al confort, el desempeño y la salud. Otro posible beneficio económico directo podría obtenerse si se usara climatización artificial, lo cual no es habitual en este tipo de vivienda. No se han considerado las afectaciones al sueño, ya que el estrés térmico se genera en horas de la tarde.

3. Materiales y métodos

La investigación se ha desarrollado en tres etapas, la primera correspondiente al estudio de campo sobre la temperatura del aire interior en 49 viviendas sociales construidas por el Ministerio de Urbanismo y Vivienda (MIDUVI), con techos de «zinc», localizadas en cuatro sectores de la ciudad de Portoviejo (Colón, El Florón, Las Orquídeas y Picozáz). Un análisis gráfico permite identificar el período del día durante el cual los habitantes están expuestos a condiciones extremas de calor, de acuerdo con los valores de referencia asumidos, lo cual fue posteriormente verifi-

cado mediante un procesamiento estadístico de los resultados, usando el programa Stat-graphics.

Durante la segunda etapa se realizó un inventario para conocer los recursos locales disponibles (naturales o residuos a ser reciclados), en aras de proponer soluciones alternativas para reducir la temperatura del aire interior durante la tarde en las viviendas con techo de «zinc». Estas soluciones fueron monitoreadas en modelos experimentales de laboratorio.



Fig. 1. Equipos de medición en interiores y exteriores.

Los resultados del estudio de campo se compararon con los ensayos de laboratorio durante la tercera etapa, a partir de un procesamiento estadístico que permitió identificar las diferencias entre los valores obtenidos por ambas vías y estimar la reducción del período de tiempo diario en que los habitantes están expuestos a estrés térmico. Esto fue complementado con un análisis de costo en el ciclo de vida de las soluciones técnicas propuestas.

Las mediciones de temperatura y humedad relativa se realizaron en las viviendas seleccionadas usando un equipo «Kestrel 4200 Pocket Air Flow Tracker», con precisión de ± 1 °C, localizado en el interior (sala de estar) a 1,50 m sobre el nivel de piso, programado para registrar valores de temperatura cada 60 minutos durante 24 horas. Las temperaturas exteriores de referencia también se midieron usando el mismo tipo de equipo, ubicado dentro de una cabina meteorológica a 2,00 m sobre el nivel del terreno, bajo un árbol, a menos de 10 m de la vivienda (Fig. 1).

Para comparar el desempeño de las soluciones de techo estudiadas se construyeron tres módulos unitarios mínimos (superficie interior de 1 m² y puntal de 2,60 m). Los módulos se ejecutaron con bloques de mortero de 10 cm de ancho en un polígono experimental, separados a 3,50 m entre ellos para evitar las sombras arrojadas en aras de tenerlos en las mismas condiciones en cuanto a la transferencia térmica a través de las paredes, de manera que las diferencias con respecto a la temperatura interior bajo las mismas condiciones del tiempo se deban solo a la solución de cubierta. El acceso al interior del módulo para colocar los instrumentos de medición a 1,50 m sobre el nivel de piso se produce mediante una pequeña puerta (1,00 m por 0,50 m) en la pared orientada al norte. Las mediciones de la temperatura del aire interior se desarrollaron de forma simultánea a las de la temperatura exterior, mediante otro equipo similar ubicado dentro de una pequeña cabina meteorológica localizada a dos metros de altura bajo un árbol a 50 m de los módulos experimentales (Fig. 2). Cada día se

observó y registró el estado del tiempo (soleado, nublado o lluvia), en aras de comparar mediciones no simultáneas.

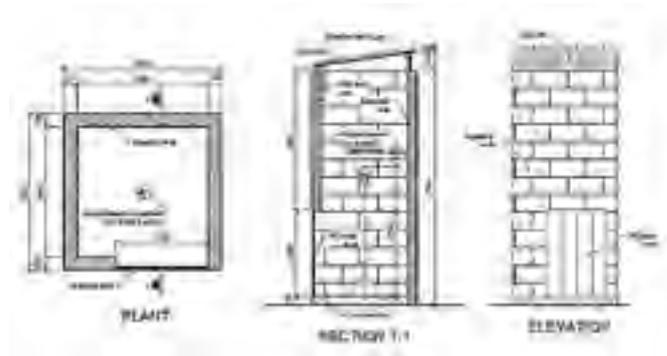


Fig. 2. Módulo experimental.

La experimentación en modelos de laboratorio fue desarrollada entre el 9 de marzo y el 2 de mayo, cubriendo dos de ellos con diferentes soluciones alternativas propuestas, mientras que la cubierta sencilla de láminas de acero galvanizado («zinc»), como caso básico, permaneció cubriendo el otro módulo. Los valores de temperatura interior medidos durante tres días para cada solución, fueron también relacionados con las temperaturas simultáneamente medidas en la estación meteorológica local.

4. Resultados y discusión

4.1- Período de estrés térmico en viviendas con cubierta de «zinc»

La ciudad de Portoviejo se localiza a 1° 0' de latitud Sur y 53 m sobre el nivel medio del mar, con una temperatura promedio de 28 °C y humedad relativa de 82 %. Su clima es cálido-húmedo, con una oscilación diaria de los valores de temperatura entre 8,1 °C y 12,3 °C, gran variación de la humedad relativa durante el día, con valores máximos por encima de 91 % en la noche y mínimos entre 40 % y 60 % al mediodía. Por eso el tiempo es cálido durante el día y muy húmedo en la noche, con estaciones de lluvia y seca muy bien definidas. La nubosidad es alta todo el año, entre seis y siete octavos, excepto en abril y septiembre, cuando baja a cinco octavos. Como resultado de la elevada nubosidad, el índice de insolación promedio anual es de 3,5 horas por día.

Los vientos predominantes provienen del noreste la mayor parte del año, y del sureste en mayo, junio, agosto y octubre, con bajas velocidades medias, oscilando entre 1,4 m/s en febrero y agosto, y 1,9 m/s en mayo. Esto hace aún más difícil alcanzar el confort térmico mediante la ventilación natural, por lo que reducir la carga térmica a través de la cubierta es muy importante.

Para determinar el período de estrés térmico en las viviendas con cubierta de «zinc», así como su reducción mediante las soluciones alternativas propuestas, se tuvieron en cuenta los valores asumidos: 26 °C, considerado como neutral y por tanto, confortable; 28-30 °C, estimado como no confortable, y 35 °C, con implicaciones negativas para la salud. Solo en 12 de las 49 viviendas monitoreadas la temperatura interior de 35 °C se alcanza

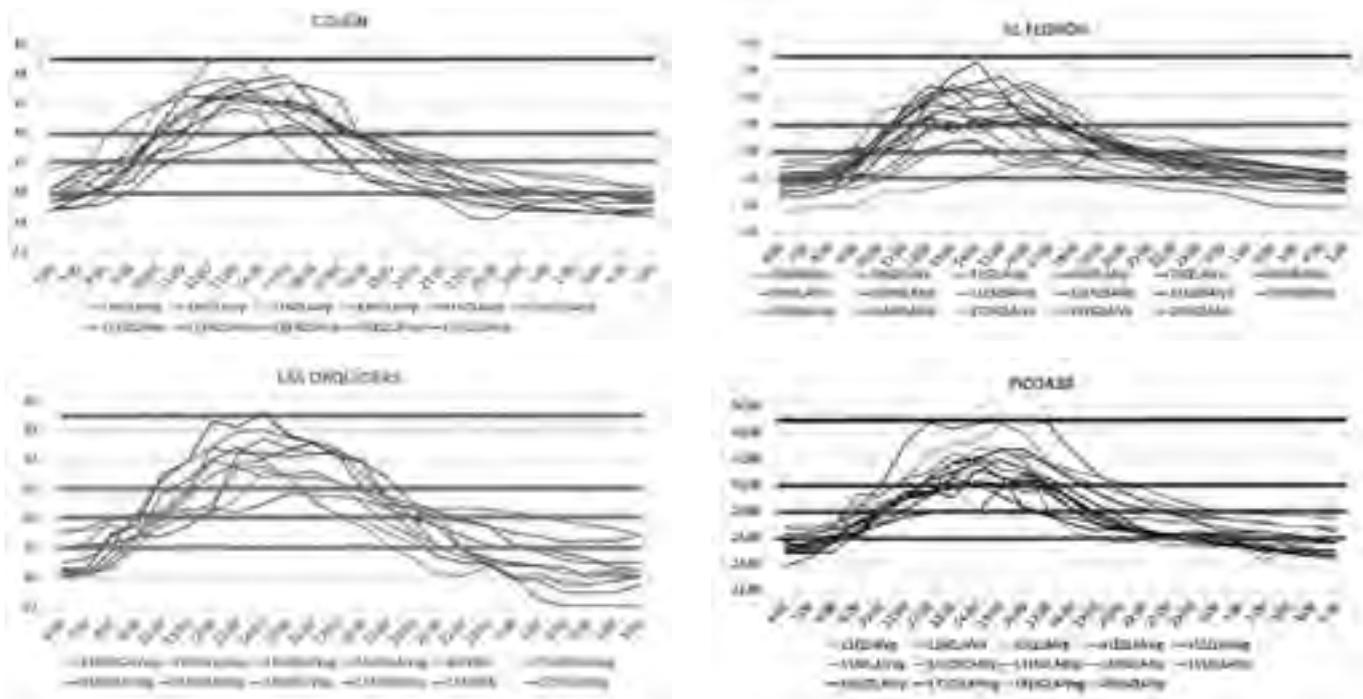


Fig. 3. Temperatura interior medida en viviendas con cubierta de «zinc» en cada sector urbano estudiado.

al mediodía, la mayoría de ellas (7) localizadas en Las Orquídeas, que es el más urbanizado de los sectores estudiados. En 13 de los 49 casos la temperatura está siempre por encima de la exterior. El período de tiempo en que la temperatura interior sobrepasa la exterior suele ser entre las 7:30 a.m. y las 6:00 p.m.

La Fig. 3 muestra las temperaturas interiores medidas en cada sector urbano en relación con los valores límites asumidos como referencia. Es posible apreciar el predominio del estrés térmico.

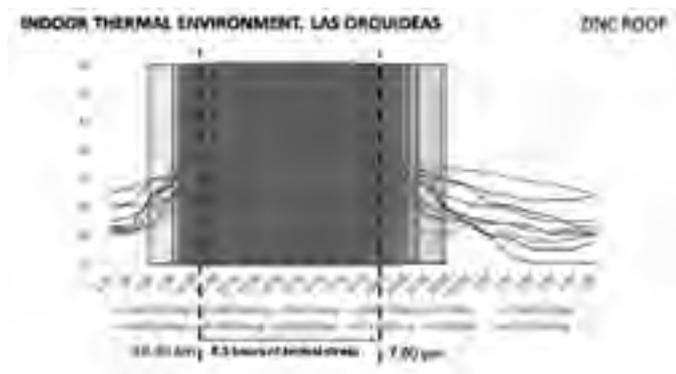


Fig. 4. Superposición de las temperaturas medidas en Las Orquídeas y los intervalos de tiempo durante los cuales los habitantes están sometidos a estrés térmico.

La Figura 4 muestra las temperaturas interiores medidas en Las Orquídeas y los períodos en que estas son superiores a 29 °C. Es posible apreciar un intervalo entre las 10:30 a.m. y las 7:00 p.m., de manera que para evaluar los beneficios obtenidos con las soluciones alternativas propuestas, se ha considerado un promedio de 8,5 horas de exposición al estrés térmico para los habitantes de viviendas con cubiertas de «zinc» en Portoviejo. El

análisis gráfico fue verificado mediante el procesamiento estadístico con Stats-Graphic de las temperaturas medidas.

4.2- Soluciones alternativas propuestas. Investigación de laboratorio en módulos experimentales

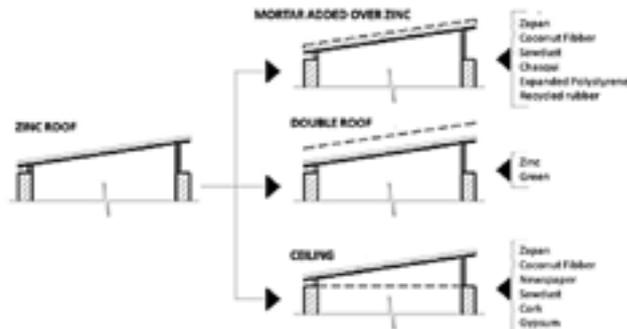


Fig. 5. Tipos de soluciones alternativas ensayados.

Con vistas a reducir la temperatura interior durante la tarde, se ensayaron tres tipos de soluciones alternativas para el techo de «zinc» (Fig. 5). La primera consistió en la adición de mortero sobre la lámina de «zinc», elaborado con fibras naturales, especialmente, «zapán», obtenido del tronco de la planta de plátano, y fibra de coco, también abundante en la región. Otro recurso adicionado al mortero fue el «chasqui», mineral obtenido de rocas volcánicas provenientes de las montañas, y usado para elaborar bloques. También se adicionaron al mortero residuos como el aserrín, goma picada proveniente de neumáticos de automóviles y polietileno expandido.

En segundo lugar se ensayó una doble cubierta de «zinc» con cámara de aire de 5 cm, 10 cm y 15 cm de espesor, incluyendo una doble cubierta verde separada a 10 cm

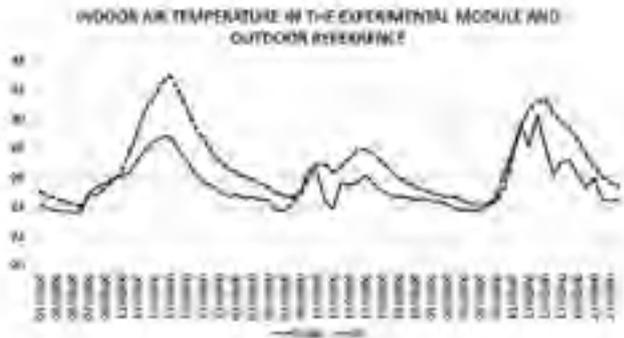


Fig. 6. Temperatura del aire interior en el módulo experimental con techo de «zinc».

del techo de «zinc». Es habitual en esta región añadir un falso techo a la cubierta ligera, no para mejorar su desempeño térmico, sino por razones estéticas. Es por ello que, finalmente, se añadieron algunos elementos debajo del techo de «zinc»: convencionales como el corcho y el yeso, fibras naturales como el «zapan» y el coco, y residuos reciclados como el papel periódico y el aserrín.

Las mayores diferencias entre la temperatura interior y exterior en los módulos experimentales cubiertos con

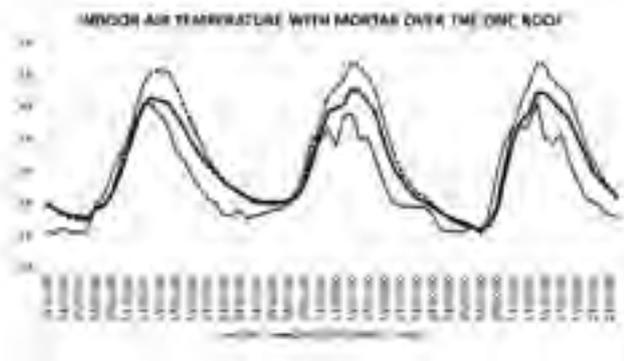


Fig. 7. Temperatura del aire interior en el módulo experimental adicionando mortero con «zapán» sobre el techo de «zinc». Mediciones realizadas en un día soleado de abril, 2016.

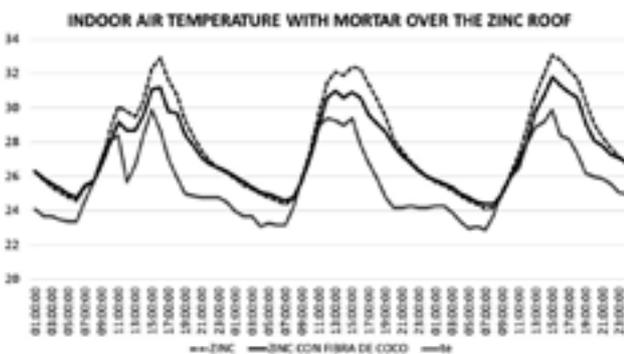


Fig. 8. Temperatura del aire interior en el módulo experimental añadiendo mortero con fibra de coco sobre el techo de «zinc». Mediciones realizadas en un día nublado y un día lluvioso de abril, 2016.

láminas de «zinc», alcanzan 4 °C entre las 3:00 p.m. y las 5:00 p.m., durante los días soleados, pero estas diferencias pueden reducirse a 2 °C cuando llueve (Fig. 6).

Mediciones realizadas en marzo de 2016. El primero y tercer día fueron soleados y el segundo lluvioso.

Añadiendo mortero con «zapán» sobre el techo de «zinc», la temperatura interior se reduce hasta 2 °C a las 4:00 p.m. (Fig. 7). El mortero con goma picada redujo la temperatura interior en el módulo experimental entre 1.5 °C y 2 °C, y con fibra de coco disminuyó hasta 2 °C en la tarde (Fig. 8).

La adición de mortero con aserrín y con poliestireno expandido también reduce la temperatura del aire interior durante la tarde, pero menos que los casos anteriores (1 °C), ya que esas mediciones se realizaron durante días nublados y lluviosos.

Los resultados indican que la acción de elementos como morteros con fibras naturales u otros componentes sobre el techo de «zinc», incrementa su desempeño térmico. Los mejores corresponden al «zapán» y la goma picada, durante días soleados (Δt hasta 2 °C), mientras que en días nublados y lluviosos las reducciones obtenidas con morteros que contienen aserrín, poliestireno expandido y chasqui solo alcanzan 1 °C. Sin embargo, el mortero con fi-

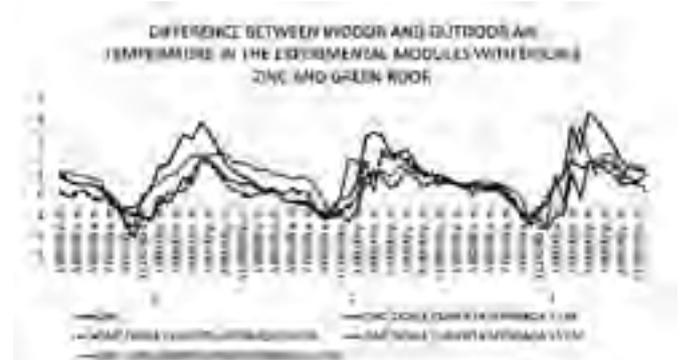


Fig. 9. Diferencia de la temperatura de aire interior con respecto al exterior en el módulo experimental con doble cubierta. Mediciones realizadas en marzo de 2016. Primera noche lluviosa y segundo día lluvioso para la cubierta verde doble

bra de coco sobre sobre el techo disminuye la temperatura interior en hasta 2 oC, aun en días nublados o soleados.

A pesar de los resultados diferentes obtenidos con doble cubierta, la cámara ventilada de 5 cm de espesor parece ser la mejor opción, con diferencias de hasta 2 °C durante la tarde. En el primer día la reducción de temperatura alcanzó cerca de 2 °C a las 7:00 p.m., pero la temperatura interior puede ser hasta 1,5 °C mayor en la noche (Fig. 9). La doble cubierta verde, a pesar de alcanzar reducciones de hasta 2 °C con respecto al techo de «zinc» durante la tarde, puede generar temperaturas mayores en la noche. Sin embargo, esas horas no son críticas.

El yeso es tradicionalmente empleado como material para falso techo en Portoviejo, y de acuerdo con las temperaturas medidas en los módulos experimentales, éste reduce los valores interiores en hasta 2 °C entre 3:00 p.m. y 4:00 p.m., independientemente de las condiciones del

tiempo (soleado o lluvioso). El falso techo de corcho es otro elemento producido industrialmente y disponible a un costo relativamente bajo. Sin embargo, su uso no es tradicional en viviendas. Este también reduce la temperatura interior en los módulos experimentales en más de 2 °C a las 3:00 p.m., aun durante días lluviosos.

Con la adición de un falso techo de aserrín la temperatura del aire disminuye durante la tarde en hasta 2 °C entre 2:00 p.m. y 4:00 p.m. en días soleados. Un falso techo de periódico reciclado, el cual es también un material muy aislante que constituye un residuo disponible, provocó una reducción de la temperatura interior de hasta 2 °C entre las 3:00 p.m. y las 4:00 p.m. en días soleados (Fig. 10). La mayor reducción de la temperatura interior se obtuvo adicionando un falso techo de «zapán» a la cubierta de «zinc». En ese caso, el efecto se mantiene durante toda la tarde y alcanza hasta 3 °C en días soleados (Fig. 11).

Como puede verse, la adición de materiales alternativos disponibles localmente como falso techo a la tradicional cubierta de «zinc» resulta, en términos generales, más efectiva para reducir la temperatura interior que la adición de esos materiales en morteros sobre esta. A pesar de que las mediciones realizadas no fueron todas simultáneas, la comparación es posible por el predominio de los días soleados.

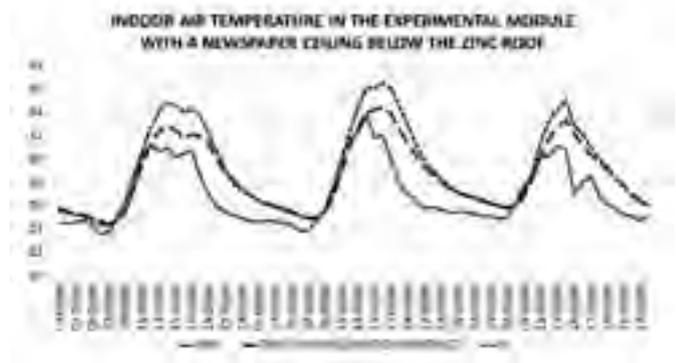


Fig. 10. Temperatura del aire interior en los módulos experimentales adicionando un falso techo de periódico a la cubierta de «zinc». Mediciones realizadas en días soleados y la última tarde lluviosa, marzo de 2016.

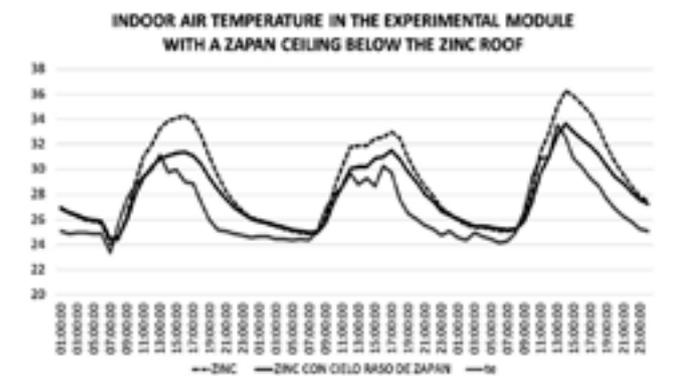


Fig. 11. Temperatura del aire interior en el módulo experimental adicionando un falso techo de «zapán» a la cubierta de «zinc». Mediciones realizadas en días soleados y la última noche lluviosa, marzo 2016.

Para verificar la influencia de la escala de los módulos en el resultado de los experimentos, las temperaturas registradas en las viviendas monitoreadas se compararon con las obtenidas en el experimento de laboratorio, ambas con techos sencillos de «zinc», mediante un procesamiento estadístico usando Stats-graphics. Como las mediciones no fueron simultáneas, la comparación se basó en las diferencias entre la temperatura interior registrada en las viviendas y en los módulos experimentales con respecto a la temperatura simultáneamente registrada en el punto exterior de referencia en cada caso.

La Fig. 12 muestra la correlación entre los histogramas de la diferencia horaria de temperatura (ti-te) registrada en las viviendas y en los módulos experimentales con respecto a los valores de referencia exterior. A pesar de que la temperatura interior en las viviendas es influenciada por un amplio rango de variables, éstas presentan una menor variación con respecto al exterior que las registradas en los módulos, donde la amplitud de los valores medidos se incrementa desde el mediodía.

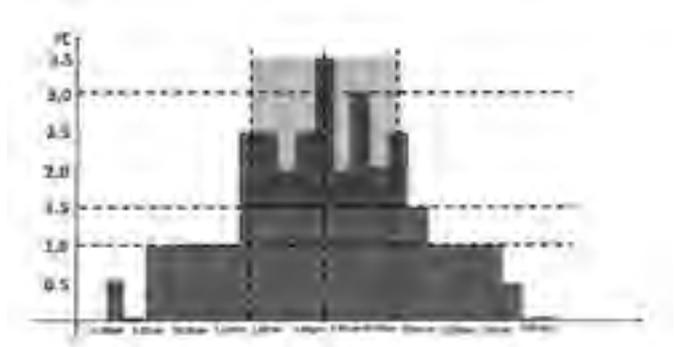


Fig. 12. Combinación de histogramas que representan la distribución de valores de la diferencia entre la temperatura interior con respecto al exterior, medido en las viviendas y en los módulos experimentales con techo sencillo de «zinc».

Durante la noche y la mañana (de 11:00 p.m. a 12:00 m.), las temperaturas registradas en los módulos experimentales se concentran dentro del rango de valores de las viviendas, con diferencias de hasta 1 °C en el punto medio del rango predominante, siendo mayor en los módulos. Entre la 1:00 p.m. y las 9:00 p.m., la temperatura interior en los módulos es aún mayor con respecto al exterior que en las viviendas, con diferencias de Δt entre 1.5 °C y 2,5 °C, alcanzando incluso 3 °C a las 7:00 p.m. y el mayor valor de 3,5 °C se obtiene a las 5:00 p.m.

Este período (de 1:00 p.m. a 9:00 p.m.) cuando la diferencia entre la temperatura registrada en los módulos con respecto al exterior es mayor en más de 1 °C que la medida en las viviendas, coincide con seis de las 8,5 horas en las que se ha asumido que los habitantes están expuestos a condiciones térmicas extremas (de 10:30 a.m. 7:00 p.m.), lo cual indica que las temperaturas medidas en los módulos experimentales sobredimensionan aquello a lo que las personas podrían estar expuestas durante ese período. Esto puede ser

consecuencia del calor proveniente de las paredes expuestas al sol, ya que, si bien esto no es significativo en las viviendas, su efecto se incrementa en el reducido espacio de 1 m².

Las soluciones alternativas propuestas provocan una reducción de la temperatura interior en los módulos experimentales con respecto al techo de «zinc» ensayado en ellos. Por tanto, los resultados son comparables bajo las mismas condiciones, a pesar de que se han verificado los efectos de la escala, con lo cual las reducciones reales podrían ser menores que las registradas en el ensayo.

4.3- Costo-beneficio

De acuerdo con el costo anual, las soluciones basadas en el uso de fibras naturales son las más económicas, con un valor inferior \$5,00/ m², especialmente aquellas que usan «zapán», con independencia de la estructura que se emplee. Entre las soluciones aglomeradas la más económica es la que utiliza periódico reciclado. En cualquier caso, los costos iniciales de ejecución de las soluciones de falso techo propuestas alcanzan un costo entre \$ 250,00 y \$ 500,00 para toda la vivienda.

El costo inicial de ejecución de los morteros adicionados sobre el techo de «zinc» es relativamente bajo (entre \$ 200,00 y \$ 250,00), y favorece la reducción del costo anual del techo de «zinc» durante su vida útil (\$ 13,25), ya que incrementa su durabilidad.

De igual manera que la estimación del período en que los habitantes están expuestos a condiciones de calor extremas, el análisis de su posible reducción mediante las soluciones alternativas propuestas se hizo en forma gráfica y fue posteriormente corroborado mediante un procesamiento estadístico. Como resultado se estima que cuando la temperatura interior se reduce en 1 °C (mortero de aserrín sobre el techo de «zinc») el período de estrés térmico disminuye en aproximadamente 2,5 horas, limitándose a seis horas. Cuando la disminución de la temperatura interior es 2 °C (mortero con fibra de coco o «zapán» sobre el techo de «zinc» o falso techo hecho con fibra de coco, aserrín o periódico bajo este), el período de estrés térmico se acorta aproximadamente 4,5 horas, reduciéndose a cuatro horas, mientras que si el descenso es de hasta 3 °C (falso techo de «zapán»), el período de estrés térmico puede durar solo tres horas, entre la 1:00 p.m. y las 4:00 p.m. (Fig.13).

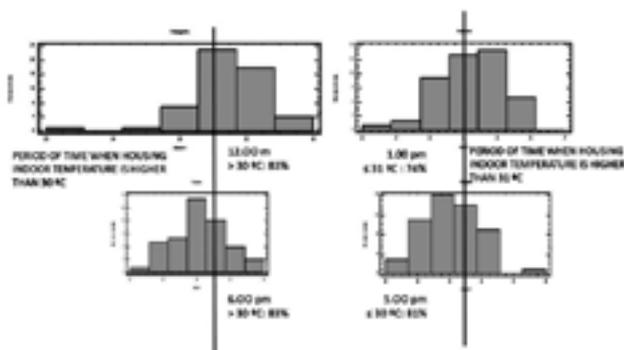


Fig.13. Histogramas representando la distribución de valores de la temperatura interior medida en las viviendas con valores superiores e inferiores a 30 °C y 31 °C.

5. Conclusiones

A pesar de que se incrementan las investigaciones enfocadas en evaluar la transferencia térmica a través de las cubiertas de la vivienda social en climas cálido-húmedos, los resultados son aun contradictorios y las soluciones deben ser locales, según las condiciones climáticas específicas y los recursos disponibles.

Independientemente del carácter local de los rangos de confort como consecuencia del proceso de aclimatación, el reducido rango de temperatura admitido por el cuerpo humano permite asumir 26 oC como límite para el confort térmico, temperaturas superiores a 29 oC como no confortables y mayores de 35 oC como potencialmente dañinas para la salud.

A partir de las temperaturas medidas en 49 viviendas con techo de «zinc» en Portoviejo, se puede afirmar que, de manera general, sus habitantes están expuestos a 8,5 horas de estrés térmico entre las 10:30 a.m. y las 7:00 p.m.

Según el ensayo de laboratorio desarrollado en módulos experimentales, es posible reducir el período de estrés térmico a seis horas diarias, adicionando sobre el techo de «zinc» morteros elaborados con residuos como aserrín; a cuatro horas diarias si el mortero usa fibras naturales como el coco o el «zapán», o adicionando un falso techo elaborado con materiales reciclados tales como el periódico, y a solo tres horas diarias con falso techo de «zapán».

Referencias bibliográficas

- ADITYA, L., MAHLIA, T. M., RISMANCHI, B., NG, H. M., HASAN, M. H., METSELAAAR, H. S., & ADITYA, H. B. (2017). A review on insulation materials for energy conservation in buildings. *Renewable and sustainable energy reviews*, 73, 1352-1365. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.034>
- ASDRUBALI, F., D'ALESSANDRO, F., & SCHIAVONI, S. (2015). A review of unconventional sustainable building insulation materials. *Sustainable Materials and Technologies*, 4, 1-17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.susmat.2015.05.002>
- CARLUCCI, S., & PAGLIANO, L. (2012). A review of indices for the long-term evaluation of the general thermal comfort conditions in buildings. *Energy and Buildings*, 53, 194-205. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.06.015>
- DÍAZ, O. (2012). *La cubierta metálica en el clima cálido húmedo: análisis del comportamiento térmico del techo de zinc de la vivienda vernácula dominicana*. Catalunya: Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya. <https://upcpmmons.uc.edu.es>
- DIN, M. F., LEE, Y. Y., PONRAJ, M., OSSEN, D. R., IWAQ, K., & CHELLIAPAN, S. (2014). Thermal comfort of various building layouts with a proposed discomfort index range for tropical climate. *Journal of thermal biology*, 41, 6-15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtherbio.2014.01.004>
- FANG, Z., XU, X., ZHOU, X., WU, H., LIU, J. AND LIN, Z. (2019). Investigation into the thermal comfort of university students conducting outdoor training. *Building and Environment*, 149, 26 – 38. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.12.003>
- HANNA, E. G., & TAIT, P. W. (2015). Limitations to Thermoregulation and Acclimatization Challenge Human Adaptation to Global Warming. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12, 8034-8074. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph120708034>

- HATVANI, K. G., BELUSKO, M., SKINNER, N., POCKETT, J., & BOLAND, J. (2016). Drivers and barriers to heat stress resilience. *Science of the Total Environment*, 571, 603-614. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.028>
- HATVANI, K. G. BELUSKO, M., SKINNER, N., POCHETT, J. AND BOLAND, J. (2016). Heat stress risk and resilience in the urban environment. *Sustainable Cities and Society*, 26, 278-288. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2016.06.019>
- HENDEL, M., AZOS-DÍAZ, K. AND TREMEAC, B. (2017). Behavioral adaptation to heat-related health risks in cities. *Energy and Buildings*, 152, 823 – 829. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.22.063>
- JELLE, B. P. (2011). Traditional, state-of-the-art and future thermal building insulation materials and solutions—Properties, requirements and possibilities. *Energy and Buildings*, 43, 2549-2563. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.05.015>
- KABRE, C. (2010). A new thermal performance index for dwelling roofs in the warm humid tropics. *Building and Environment*, 45, 727-738. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.08.017>
- LOENHOUT, J. A. F., GRAND, A., DUJIM, F., VINK, N. M., HOEK, G. AND ZUURBIER, M. (2016). The effect of high indoor temperatures on self-perceived health of elderly persons. *Environmental Research*, 146, 27 – 34. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2015.12.012>
- MIRON, I. O., MANEA, D. L., CANTOR, D. M., & ACIU, C. (2017). Organic Thermal Insulation Based on Wheat Straw. *Procedia Engineering*, 181, 674-681. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>
- MORENO, A. C., MORAIS, I. S., & SOUZA, R. G. (2017). Thermal Performance of Social Housing—A Study Based on Brazilian Regulations. *Energy Procedia*, 111, 111-120. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>
- NEMATCHOUSA, M. K., RICCIARDI, P., ORROSA, J. A., ASADI, S., & CHOUNDHARY, R. (2019). Influence of indoor environmental quality on the self-estimated performance of office workers in the tropical wet and hot climate of Cameroon. *Journal of Building Engineering*, 21, 141-148. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2018.10.007>
- OMONIJO, A. G. (2017). Assessing seasonal variations in urban thermal comfort and potential health risks using Physiologically Equivalent Temperature: A case of Ibadan. Nigeria. *Urban Climate*, 21, 87-105. <http://dx.doi.org/10.1016/j.uclim.2017.05.006>
- Pantavau, K., Theoharatos, G., Mavrakis, A., & Santamouris, M. (2011). Evaluating thermal comfort conditions and health responses during an extremely hot summer in Athens. *Building and Environment*, 46, 339-344. <http://dx.org/10.1016/j.buildenv.2010.07.026>
- PARGANA, N., PINHEIRO, M. D., SILVESTRE, J. D., & BRITO, J. (2014). Comparative environmental life cycle assessment of thermal insulation materials of buildings. *Energy and Buildings*, 82, 466-481. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.05.057>
- PARSON, K. C. (2003). *Humann Thermal Environments. The Effects of Hot, Moderate and Cold Environments on Human Health, Comfort and Performance. (3rd ed)*. London New York: CRC Press.
- PYRGOU, A., & SANTAMOURIS, M. (2018). Increasing probability of heat-related mortality in a Mediterranean city due to urban warming. *International journal of environmental research and public health*, 15, 1571. <https://doi.org/10.3390/ijerph15081571>
- QUINN, A., TAMARIUS, J. D., PERZANOWSKI, M., JACOBSON, J. S., GOLDSTEIN, I., ACOSTA, L., & SHAMAN, J. (2014). Predicting indoor heat exposure risk during extreme heat events. *Science of the Total Environment*, 490, 686-693. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.05.039>
- SAMPSON, N. R., GRONLUND, C. J., BUXTON, M. A., CATALANO, L., WHITE, N., COLON, K. C., & PARKER, E. A. (2013). *Staying cool in a changing climate: Reaching vulnerable populations during heat events*. Global Environmental Change, 23, 475-484. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.12.011>
- SHARADKHANI, R., KAHANJANI, N., BAHRAM, B., JOHANI, Y. AND TABRIZI, J. S. Physiological Equivalent Temperature Index and mortality in Tabriz (The northwest of Iran). (2018). *Journal of Thermal Biology*, 71, 195 – 201. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.11.012>
- UEJIO, C. K., WILHELMI, O. V., GOLDEN, J. S., MILLS, D. M., GULINO, S. P., & SAMENOW, J. P. (2011). *Intra-urban societal vulnerability to extreme heat: the role of heat exposure and the built environment, socioeconomic, and neighborhood stability*. Health & Place, 17, 498-507. <http://dx.doi.org/10.1016/j.healthplace.2010.12.005>
- WANG, J., KUFFER, M., SLIUZAS, R., & KOHLI, D. (2019). The exposure of slums to high temperature: Morphology-based local scale thermal patterns. *Science of the total environment*, 650, 1805-1817. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.324>
- ZANDER, K. K., MOSS, S. A., & GARNETT, S. T. (2017). Drivers of self-reported heat stress in the Australian labour force. *Environmental research*, 152, 272-279. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2016.10.029>
- ZUO, J., PULLEN, S., PALMER, J., BENNETTS, H., CHILESHE, N., & MA, T. (2015). Impacts of heat waves and corresponding measures: a review. *Journal of Cleaner Production*, 92, 1-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.078>

Recibido: 28 de diciembre de 2021.

Aceptado: 27 de enero de 2022.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflictos de intereses.

Contribución de los autores: Investigación, redacción–borrador original: José Fabián Véliz Párraga. Conceptualización, metodología, supervisión, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición: Dania González Couret:

ESTUDIO PARA LA APLICACIÓN DE LA ENERGÍA RENOVABLE EN LA EMPRESA PROVINCIAL DE ALIMENTOS DE MATANZAS

Por Dr. C., M. Sc., Ing. **José Luis Sánchez Ávila***, M. Sc., Ing. **Marlene Orama Ortega****,
Ing. Juan Ramón Díaz Matos*** e Ing. **Yaniel O. González Ramírez******

* Energético Provincial de Bandec, Matanzas.

E-mail: joseluis@dpmt.bandec.cu

<https://orcid.org/0000-0003-3216-1397>

** Profesora de la Facultad de ingenierías de la Universidad de Matanzas.

E-mail: marlene.oramas@umcc.cu

<https://orcid.org/0000-0002-6215-4262>

*** Energético Provincial de GECMA, Matanzas.

E-mail: juanramon650214@atenas.inf.cu

**** Energético de la Empresa Provincial de Alimentos de Matanzas.

Email: ygonzalez@epamtz.co.cu

Resumen

Se realiza un estudio integral de las posibilidades para la aplicación de las fuentes renovables de energía en la Empresa Provincial de Alimentos de Matanzas, en el que se proponen aprovechar sus techos para la instalación de paneles fotovoltaicos, y sustituir su sistema de bombeo por bombas fotovoltaicas, alimentadas por los propios colectores.

Todo esto no solo le va a permitir autoabastecerse de energía mediante las fuentes renovables a su disposición, sino que además va a tener la posibilidad de un superávit que le puede permitir la recuperación de la inversión en un tiempo prudencial.

Palabras clave: Energía renovable, medioambiente.

STUDY FOR THE APPLICATION OF RENEWABLE ENERGY IN THE EMPRESA PROVINCIAL DE ALIMENTOS DE MATANZAS

Abstract

It is carried out an integral study of the most comprehensive possibilities for the application of the renewable sources of energy in the Empresa Provincial de Alimentos de Matanzas. Where intends to take advantage their roofs for the installation of photovoltaic panels, also to substitute their system of pumping for photovoltaic pumps.

All this not alone and will allow to be supplied energy by means of the renewable sources at your disposal, also will also have the possibility of a surplus that can allow at one time the recovery of the investment prudential.

Key words: Renewable energy, environment.

I. Introducción

La necesidad de mitigar el efecto invernadero y el aumento de los precios del petróleo, como resultado de la disminución de las reservas mundiales y de la inseguridad en el suministro estable debido a conflictos políticos en regiones productoras, han motivado la búsqueda de alternativas a los carburantes fósiles. Las fuentes de energía renovables se encuentran entre los potenciales sustitutos de los combustibles basados en los hidrocarburos tradicionales, y como una de las maneras más factibles de lograr la independencia energética de la Nación con respecto a las fuentes externas de combustible (hidrocarburos importados).

II. Materiales y métodos

El sistema eléctrico de la Empresa Provincial de Alimentos no tiene transformadores propios, además se le aplica la Tarifa B-1 de baja tensión, por lo que su metro contador no mide ni la demanda ni el reactivo, por lo que no tiene penalización ni bonificación por demanda contratada ni por factor de potencia.

Para los cálculos de la energía renovable se midieron el techo y se tomaron los datos de la Fabrica de Barquillos, perteneciente a la Empresa Provincial de Alimentos, ya que las oficinas centrales de dicha Empresa tiene el techo de tejas con soporte de madera que no permite sostener el peso de los colectores fotovoltaicos; además, este techo no posee la posición adecuada para la instalación de dichos paneles fotovoltaicos; el resto de los cálculos de mejoras por eficiencia energética se realizan de todas las UEB de la Provincia de la Empresa Provincial de Alimentos.

Para los cálculos del anexo III se tuvieron en cuenta los horarios de trabajo facilitados, que se corresponden a:

- Horario de oficinas en la Empresa Provincial de Alimentos: 8:00 a.m. a 5:00 p.m.
- Horario de trabajo en la Fábrica de Barquillos: 7:00 a.m. a 3:00 p.m.

Se tuvo en cuenta que los aires acondicionados se tienen en las dos horas del pico diurno, ya que su Empresa no trabaja en el pico nocturno, como está establecido. El resto de los tiempos de trabajo están en correspondencia con la funcionabilidad y el objetivo de cada equipamiento, y los horarios de trabajo de cada actividad. La bomba de agua y los equipos de oficina tampoco trabajan en el horario pico diurno de 11:00 a.m. a 1:00 p.m., excepto servidores de computación y otros imprescindibles. En la Fábrica de Barquillos solo funcionará el equipamiento de producción continua en ese horario.

En el Anexo II se encuentra el resumen de los consumos por horario de la Fábrica de Barquillo, de acuerdo a la tarifa que tiene la instalación según la Empresa Eléctrica, y de acuerdo al tipo de mes; al final del Anexo III también se expone la demanda máxima calculada. Para ambos cálculos se utilizó un coeficiente de simultaneidad de 0,68; según normas cubanas este coeficiente debe estar entre 0,65 y 0,68, y al seleccionar este último valor se está considerando un alto grado de simultaneidad por las características del Centro. No se tuvo en cuenta reducir los consumos de

los días feriados ya que la Empresa trabaja en régimen continuo.

En el Anexo I se encuentran resaltados los consumos mensuales y anuales de energía eléctrica, aclarando que estos cálculos tienen en cuenta todo el equipamiento, incluyendo el que hoy no trabaja por estar averiados como el horno eléctrico de 24 kW; estos consumos de energía tienen un valor anual de 60 602 kW.hr, así como la demanda máxima calculada que anualmente se escoge la mayor que es 40 kW, Ver Anexos I y III, cuando la Empresa reciba los valores definitivos anuales de ambos valores deben tener presente que estos se realizaron según norma cubana para una temperatura ambiente exterior de 32 °C y 60 % de humedad, lo cual no se mantiene estable durante todo el año.

El Anexo I tiene 3 tablas, una primera de datos que en este caso está en blanco por no tener transformadores propios, la segunda que se comentó en el párrafo anterior, en la tercera se calculan los gastos monetarios, los cuales se encuentran debidamente resaltados, el total gastado sería el que tendrían mediante la actual tarifa y con todo el equipamiento funcionando. Se aclara que las Tarifas están afectadas por el coeficiente K o factor de combustible, el cual depende del precio internacional del petróleo. Se utilizó en el cálculo lo recomendado por la UNE en las nuevas tarifas.

Se destaca que en estos cálculos no se tienen en cuenta las pérdidas por transformación, así como la demanda máxima contratada, ya que no posee transformadores propios y además la Tarifa aplicada es de baja tensión. Debido al equipamiento que está sin funcionar y a una correcta política de ahorro energético, el consumo real actual de la Empresa es mucho menor que lo calculado, pero cuando se realice la inversión del equipamiento solicitada, se deben recalcular estos valores, Ver Anexos V, VI, VII. También se trabaja en un solo turno por la reducción en la materia prima, de incluirse los dos turnos de trabajo se deben realizar estos cálculos para las nuevas condiciones.

Es aconsejable que cuando la Empresa determine su plan de ahorro de energía tenga en cuenta los cálculos realizados, para dicha confección. El acomodo de carga se entrega en el modelo establecido por la UNE, para el cual se tuvieron en cuenta los cálculos realizados y las consideraciones establecidas.

Propuesta para la aplicación de la energía renovable

El trabajo consiste en los cálculos y selección de las tecnologías posibles de aplicar en la Fábrica de Barquillos, para la reducción de su consumo de energía eléctrica y la producción de un extra de energía, que mediante su venta a la Unión Nacional Eléctrica (UNE) le permita recuperar la inversión a ejecutar en un tiempo prudencial. La propuesta es la siguiente:

1. Aprovechar el techo del edificio administrativo, que es ligeramente ondulado con 468 m² de área, lo cual permitiría instalar en dicho techo 234 paneles fotovoltaicos de silicio monocristalino con las características siguientes: 24Vcd/9,67A/380W. Esto le permitiría durante el horario del día generar 13 337 Amperes al día, equivalentes a 64 kW de potencia diario, necesitando la Empresa como demanda máxima (con todo el equipamiento fun-

cionando) 40 kW al día, quedándole 24 kW de demanda al menos durante 5 horas para ofertar a la UNE, o sea, 120 kW.hr de ventas de energía al día, teniendo en cuenta que en ese horario se ahorraría. En el Anexo IV se encuentran los datos del resto del equipamiento a adquirir como es el inversor y el regulador de carga. Se aclara que aunque se calcula la cantidad de baterías necesarias, por si la Empresa le interesa ese dato, estas no se tienen en cuenta en las compras propuestas.

III. Resultados y discusión

Análisis económico. Análisis de la inversión

Este análisis se realiza teniendo en cuenta que se propone un proyecto de inversión de energía renovable, basado en la instalación y montaje de 234 paneles fotovoltaicos, ver Anexo IV. En el Anexo se puede observar que, aunque por el área aprovechable la capacidad máxima teórica es de 88,92 kWp, en realidad el disponible es 64 kW, ya que existe 28,03 % no utilizable, debido a existir 14 % de pérdidas de electricidad por conducción y transformación, además de otros motivos como es el tiempo nublado, o de poca radiación.

El costo de la inversión se obtiene de la Fábrica Ernesto Guevara, donde la compra y transportación se oferta a 315 USD el panel fotovoltaico, de potencia 380 Wp, por lo que se realiza la conversión de 24 CUP por USD. El inversor, el metro contador y el regulador se obtienen del mercado europeo, donde se encuentran alrededor de los 10 Euros por cada kW instalado; como están expresados en Euros se realiza la conversión a CUP por el valor de cambio vigente cuando se confeccionó el presente informe, que era de 29 CUP por €. Según las Empresas montadoras el costo de instalación y montaje es aproximadamente 10 % del costo anterior, por lo que se multiplica por 1,10 para tenerlo en cuenta, entonces el costo total de la inversión sería:

$$CI = ((315 \text{ USD} \cdot 234 \cdot 24) + (10 \cdot 234 \cdot 0,380 \cdot 29)) \cdot 1,10 = 2\ 055\ 390,48 \text{ CUP}$$

Cálculo y análisis de los ahorros y pagos posibles

Teniéndose los costos totales de la inversión, se calcula el ahorro que se lograría. Estos se corresponden a lo que deja de gastar la Empresa por tener garantizada la energía mediante colectores solares fotovoltaicos, durante al menos 5 horas, 261 días al año (que trabaja de forma continua), más los 52 sábados y domingos que trabaja de forma continua, lo que arroja un ahorro de:

$$AeeE = (Dm \cdot Ttd \cdot Dta) + (Dd \cdot Ttd \cdot Dtsd \cdot 0,10)$$

$$AeeE = (40 \text{ kW} \cdot 5 \text{ hrs/día} \cdot 261 \text{ días/año}) + (40 \text{ kW} \cdot 5 \text{ hrs/día} \cdot 104 \text{ días/año} \cdot 0,01)$$

$$AeeE = 52\ 408 \text{ kW.hr/año}$$

Donde: AeeE → Ahorro de energía eléctrica en la Empresa, kW.hr/año

Dta → Días de trabajo al año, según el día de la semana, días/año. 261 días al año.

Dtsd → Domingos y sábados al año, días/año. 52 días cada uno al año.

Dm → Demanda máxima de la Empresa, kW.

Dd → Demanda máxima que pueden entregar los paneles, kW

Ttd → Tiempo equivalente con sol al día para la radiación máxima, 5 horas al día.

El porcentaje de la energía eléctrica máxima que la Empresa puede ahorrar de su consumo anual, mediante la energía que generan los colectores solares fotovoltaicos sería de:

$$\%Hd = \frac{AeeE}{Cea} \cdot 100 = 84,53 \%$$

Donde: Cea → Consumo de energía anual de la Empresa, plan asignado: 62 000 kW.hr

% Hd → Porcentaje o del consumo que se puede ahorrar del total, %.

Si al ahorro de energía se multiplica por el promedio de la tarifa eléctrica que le cobra la UNE a la Empresa por la Tarifa de baja tensión B1, que corresponde a 3,12 \$/kW.hr, se obtiene:

$$Aee\$ = AeeE \cdot \text{Tarifa} = 52\ 408 \text{ kW.hr/año} \cdot 3,12 \text{ \$/kW.hr} = 160\ 892,56 \text{ \$/año}$$

Donde: Aee\$ → Ahorro en dinero por la energía eléctrica ahorrada, \$/año

Si se tiene en cuenta que la Empresa va a tener una producción de potencia extra de 24 kW durante al menos 5 horas al día, 365 días al año, se obtiene que la Empresa puede producir y comercializar la siguiente cantidad de energía:

$$Ep = (Ddc \cdot Ttd \cdot Da) + (Dd \cdot Ttd \cdot Dtsd \cdot 0,99)$$

$$Ep = (24 \text{ kW} \cdot 5 \text{ hrs/día} \cdot 261 \text{ días/año}) + (24 \text{ kW} \cdot 5 \text{ hrs/día} \cdot 104 \text{ días/año})$$

$$Ep = 43\ 800 \text{ kW.hr/año}$$

Donde: Ddc → Demanda eléctrica disponible para comercializar, kW.

Ep → Energía eléctrica total producida, kW.hr/año

Si este valor se multiplica por el promedio de la tarifa eléctrica que le paga la UNE a las Empresas que generan electricidad por la Tarifa GRUPO C1-C acápite 6: «Tarifas de compra de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos», según Resolución del Ministerio de Finanzas y Precio (MFP) No. 215/2018, que corresponde a 2,10 \$/kW.hr, se obtiene:

$$Ep\$ = Ep \cdot \text{TarifaC} = 43\ 800 \text{ kW.hr/año} \cdot 2,10 \text{ \$/kW.hr} = 91\ 980,00 \text{ \$/año}$$

Donde: Ep\$ → Dinero posible a cobrar por la energía eléctrica producida, \$/año

Por lo que el monto total de dinero entre ahorro de energía y venta de energía sobrante va a ser:

$$Et\$ = Aee\$ + Ep\$ = 160\ 892,56 \text{ \$/año} + 91\ 980,00 \text{ \$/año} = 252\ 872,56 \text{ \$/año}$$

Donde: Et\$ → Dinero total por la energía eléctrica producida y ahorrada, \$/año

Cálculo medioambiental

La cantidad de energía eléctrica que se deja de producir en los generadores primarios de energía que utilizan combustible fósiles, después de ejecutada la inversión propuesta, se calcula como:

$$EeT = AeeE + Ep = 52\,408 \text{ kW.hr/año} + 43\,800 \text{ kW.hr/año}$$

$$EeT = 96\,208 \text{ kW.hr/año}$$

Donde: EeT → Energía eléctrica que se deja de producir en las centrales termoeléctricas, kW.hr/año

El combustible ahorrado por este concepto se calcula multiplicando este valor por el consumo específico de combustible medio del país, que es de 280 g/kW.hr (gramos de combustible por kW.hr producido)

$$Cah = EeT \cdot Bc = \frac{96\,208 \text{ kW.hr/año} \cdot 280 \text{ g/kW.hr}}{1000000 \text{ g/Ton}} = 26,94 \text{ Tn/año}$$

Donde: Cah → Combustible fósil ahorrado al año, Tn/año
Bc → Consumo específico de combustible del País, 280 g/kW.hr

Lo cual equivale a que gracias a la inversión propuesta además de dejarse de consumir 26,94 toneladas de combustibles fósiles anuales, o sea aproximadamente 22 936 litros de hidrocarburos al año, por este concepto se dejan de emitir a la atmósfera 78,13 toneladas de dióxido de carbono anuales.

Al precio actual de la tonelada de combustible de 700 USD, el país se puede ahorrar con la propuesta realizada:

$$AP\$ = 26,94 \text{ Ton/año} \cdot 700 \text{ USD/Ton} = 18\,858,00 \text{ USD/año}$$

Con respecto al ahorro que recibe el país, el tiempo de recuperación de la inversión se determina por la siguiente expresión:

$$TrP = \frac{\text{Inversión}}{\text{Ahorro}} = \frac{2\,055\,390,48 \text{ \$}}{18858,00 \text{ USD/año} \cdot 24 \text{ \$/USD}} = 4,36 \text{ años} = 4 \text{ años y 4 meses}$$

Con respecto al dinero que va a recibir la Empresa por la venta de energía, y teniéndose en cuenta lo que se ahorra en pago de factura por energía eléctrica dejada de consumir, se obtiene que se recupera la inversión en:

$$TrE = \frac{\text{Inversión}}{\text{Pagos a recibir}} = \frac{2\,055\,390,48 \text{ \$}}{252\,872,56 \text{ \$/año}} = 8,13 \text{ años} =$$

8 años y 2 meses

Para ambos casos, país y Empresa, es rentable ejecutar la inversión propuesta, teniendo en cuenta los 25 años de vida útil que tienen los paneles fotovoltaicos.

Estos cálculos desglosados por año pueden observarse en el Anexo V; se puede apreciar que se propone realizar toda la inversión en un año.

Eficiencia energética

En el Anexo VI se expone la solicitud por reposición de los 5 carros ligeros y 20 camionetas que actualmente tiene asignada la Empresa, con sus precios de compra en USD, y el ahorro que tendrían en litros de combustibles anuales con su aplicación.

En el Anexo VII aparece el ahorro y el tiempo de recuperación de la inversión si se cambian las luminarias fluorescentes que tienen por sistema led, y en la segunda tabla si se cambian todos los equipos de clima por equipamiento con sistema inverter, con lo cual se puede ahorrar 30 % del consumo del equipamiento de climatización y refrigeración. Como puede observarse en dicho Anexo la recuperación de la inversión, en ambos casos, se produce en un corto período de tiempo, excepto en los pequeños equipos de refrigeración, como son los bebederos, refrigeradores y congeladores.

IV. Conclusiones

El Plan anual calculado de consumo de energía eléctrica de la Fábrica de Barquillos perteneciente a la Empresa Provincial de Alimentos es de 60 602 kW.hr, correspondiente a 60,602 MW.hr. La demanda máxima según cálculos es 40 kW con todo el equipamiento funcionando, valor que debe ser algo superior en verano e inferior en invierno.

El consumo total de energía eléctrica en dinero asciende a 186 078,10 \$ al año, gasto a tener en cuenta a la hora de confeccionar el presupuesto.

La inversión en energía renovable propuesta mediante la adquisición de los paneles fotovoltaicos, le va a incrementar los ingresos a la Empresa en 252 872,56 \$ al año, en moneda nacional, mediante los ahorros que se logran al dejar de consumir energía en gran parte del horario diurno y en los pagos que recibiría la Empresa por la generación de energía eléctrica limpia, lo cual debe redundar en una ostensible mejora de los salarios de sus trabajadores. Además, el país deja de erogar 18 858,00 USD al año por dejar de comprar el combustible necesario para generar la energía que se puede ahorrar y generar en la Empresa. Esto sin sumar los ahorros por mejora de eficiencia energética determinados en los Anexos VI y VII, que ascienden a 459 080 CUP al año por los automóviles, además de 181 930,00 CUP por el cambio de las luminarias fluorescentes por led y de los sistemas de clima y refrigeración por sistema inverter.

La inversión propuesta en energía renovable se recupera en 4 años y 4 meses con respecto al combustible que se ahorra el país por este concepto, y se recupera en 8 años y 2 meses con respecto a los ahorros de energía eléctrica y el pago que se recibe por generación de electricidad, por parte de la Empresa.

Con la inversión propuesta, además de dejarse de consumir 26,94 toneladas de combustibles fósiles anuales, o sea, aproximadamente 22 936 litros de hidrocarburos al año, por este concepto se dejan de emitir a la atmósfera 78,13 toneladas de dióxido de carbono anuales, contribuyendo al mejoramiento del medio ambiente.

La solicitud de inversiones de energía renovable y eficiencia energética se confeccionó y entregó al MEP Provincial y a la ONURE en el modelo establecido por este último, y se anexa copia a este informe.

V. Recomendaciones

1. Realizar licitaciones para adquirir la tecnología propuesta, mediante solicitud de crédito bancario amparados por el Decreto Ley 345/2019 del MINEM.
2. Distribuir los consumos mensuales de energía y demanda según la temporada.
3. Se recomienda la instalación de protectores de línea en los aires acondicionados y equipos de refrigeración, para protección y aumento de su vida útil.
4. Estos cálculos, al haber tomado valores medidos directamente en el equipamiento y por catálogos y originales de proyectos, pueden tener hasta un 10 % de error admisible.

VI. Aclaraciones

Se aclara que todos los cálculos de demanda se realizaron según la metodología de la UNE.

La solicitud de inversión de energía renovable se realizó según modelo de la ONURE, en función de la Resolución 1238/2021 del MEP y del Decreto Ley 345/2019 del MINEM, entregado a la Empresa en el modelo establecido por la ONURE.

Las propuestas realizadas están basadas en mediciones realizadas en el terreno y en información estadística facilitada por la Empresa, así como los cálculos económicos son basados en precios de productos que se encuentran en el mercado nacional (cuando están en CUP) y del mercado internacional (cuando están en Euros o USD), por lo que se acepta internacionalmente hasta un rango del 10 % de error en las estimaciones realizadas.

El presente informe solo puede considerarse un anteproyecto de una propuesta técnica, el Proyecto detallado de la inversión debe realizarse en unión con los proveedores y montadores del equipamiento propuesto, y en función de sus características técnicas y de diseño.

VII. Bibliografía

ANDRADE CEDEÑO Y ROGGER JOSÉ (2018), *Gestión Energética de una Estación de Bombeo mediante el uso del Control Estadístico de Procesos. Estudio de Caso: Acueducto La Esperanza*– Refinería del Pacífico, Revista Politécnica – enero 2018, Vol. 40, No. 2.

ATALLA T. *et al* (2017). A global degree days database for energy-related applications, *Energy* 143 (2018) 1048-1055, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.10.134>.

BINITA K.C. Y R. MATTHIAS (2017). *Estimation and projection of institutional building electricity consumption*, *Energy and Buildings* 143 (2017) 43–52, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.03.034>.

CHEN, Y., TAN, H., & BERARDI, U. (2017). *Day-ahead prediction of hourly electric demand in non-stationary operated commercial buildings: A clustering-based hybrid approach*. *Energy and Buildings*, 148, 228-237.

CUNHA, F. O., & OLIVEIRA, A. C. (2020). Benchmarking for realistic nZEB hotel buildings. *Journal of Building Engineering*, 30, 101298.

GEET (2014). *Exergy Analysis for 120 mw Thermal Power Plant with Different Inlet Temperature Conditions*: International Journal of Research in Engineering & Technology. Volumen.2, pp.21-30.

IDEA, INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (2019). *Instalaciones de Energía Solar Térmica. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura*. PET-REV-enero 2019. Disponible en Internet: <http://www.idae.es>

IRENA (2021). *World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

JÁCOME, E. A.; L. S. OROZCO *et al.* (2017). *Implementation of energy management system in the hotel industry*. *Dom. Cien*, 2017, 3: 321-340.

L.A. PACE / *Journal of Cleaner Production* 111 (2016) 409-420

ROSHAN GH. R., A. A. GHANGHERMEH AND S. ATTIA (2017). *Determining new threshold temperatures for cooling and heating degree day index of different climatic zones of Iran*, *Renewable Energy* 101 (2017) 156-167.

SÁNCHEZ ÁVILA, J. L. (1999). *Desarrollo y aplicación del diagnóstico y pronóstico técnico al mantenimiento de los sistemas centralizados de aire acondicionado*. Tesis de Doctorado. Universidad de Matanzas, 129 Páginas, 1999.

SHAFIQ, UMAR (2015). *Thermodynamic Analysis of Natural Gas Based Furnace /Boiler Integrated with Steam Power Plant theoretical Approach*. (ISSN 2231-606x), Volumen 5 (12).

WU, J., LIAN, Z., ZHENG, Z., & ZHANG, H. (2020). *A method to evaluate building energy consumption based on energy use index of different functional sectors*. *Sustainable Cities and Society*, 53, 101893.

Recibido: 5 de marzo de 2022.

Aceptado: 31 de marzo de 2022.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflictos de intereses.

Contribución de los autores: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, redacción-revisión y edición: 25 % cada autor.

Anexos

Anexo I: Cálculo del consumo de energía por mes: Fábrica de barquillos								Tarifa genral de baja tensión: B1				
Transformador	0	0	KVA		Pfe	0	0	kW	Cantidad de fases: Marcar con una X, de no hacerlo se asume monofásico		Monofásico	
Cantidad	0	0	KVA		Pcu	0	0	kW	X		Trifásico	
K	0,9738	Factor de combustible							Tensión eléctrica:		Volt 220	

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.	Total o Promedio
Consumo reactivo:	KVAr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consumo madrugada	kW.hr	76	69	76	74	76	74	76	76	74	76	74	76	895
Consumo día	kW.hr	5 026	4 540	5 026	4 864	5 026	4 864	5 026	5 026	4 864	5 026	4 864	5 026	59 177
Consumo pico	kW.hr	45	41	45	44	45	44	45	45	44	45	44	45	530
Consumo activo	kW.hr	5 147	4 649	5 147	4 981	5 147	4 981	5 147	5 147	4 981	5 147	4 981	5 147	60 602
Pérdidas de transformación	kW.hr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total consumido	kW.hr	5 147	4 649	5 147	4 981	5 147	4 981	5 147	5 147	4 981	5 147	4 981	5 147	60 602
Demanda máxima calculada:	kW	40												

	días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Gasto madrugada	\$	233,36	210,78	233,36	225,83	233,36	225,83	233,36	233,36	225,83	233,36	225,83	233,36	2 748
Gasto día	\$	15 432,36	13 938,91	15 432,36	14 934,54	15 432,36	14 934,54	15 432,36	15 432,36	14 934,54	15 432,36	14 934,54	15 432,36	181 704
Gasto pico	\$	138,17	124,80	138,17	133,72	138,17	133,72	138,17	138,17	133,72	138,17	133,72	138,17	1 627
Gasto activo	\$	15 803,89	14 274,48	15 803,89	15 294,09	15 803,89	15 294,09	15 803,89	15 803,89	15 294,09	15 803,89	15 294,09	15 803,89	186 078
Gasto Pérdidas transformación	\$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Demanda máxima registrada	\$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Total Gastado	\$	15 803,89	14 274,48	15 803,89	15 294,09	15 803,89	15 294,09	15 803,89	15 803,89	15 294,09	15 803,89	15 294,09	15 803,89	186 078,10
Precio promedio	\$/kW.hr	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07

Anexo II: Resumen de los consumos por horario y tipo de mes

	Consumo día kW.hr	% día %	Consumo Pico kW.hr	% Pico %	Consumo Madrugada kW.hr	% mad. %	Total kW.hr
Meses de 31 días	5 026	97,6	45	0,9	76	1,5	5 147
Meses de 30 días	4 864	97,6	44	0,9	74	1,5	4 981
Mes de 28 días	4 540	97,6	41	0,9	69	1,5	4 649

Anexo III: Cálculo del posible consumo de energía eléctrica y demanda máxima

Entidad: Fábrica de barquillos										
Aparatos electricos y luces	Cantidad	Potencia (Wats)	Pot Total (Wats)	Tiempo día (hrs/mes)	Total día (kW.hr)	Tiempo Pico (hrs/mes)	Total Pico (kW.hr)	Tiempo Mad (hrs/mes)	Total Mad (kW.hr)	Total
Alumbrado exterior led 50 W	4	50,0	200,0	0	0,000	124	24,800	248	49,600	
Alumbrado led 9 W	6	9,0	54,0	184	9,936		0,000		0,000	
Alumbrado fluorescente 18 W	33	18,0	594,0	184	76,507		0,000		0,000	
Alumbrado fluorescente 32 W	1	32,0	32,0	184	5,888		0,000		0,000	
Máquina de barquillo	1	3 500,0	3 500,0	184	450,800		0,000		0,000	
Estufa	2	4 300,0	8 600,0	184	1 107,680		0,000		0,000	
Freezer	2	135,0	270,0	372	70,308	124	33,480	248	46,872	
Hornilla electrica	1	1 000,0	1 000,0	184	128,800		0,000		0,000	
Hornos tecnoplast Diesel	2	4 000,0	8 000,0	184	1 030,400		0,000		0,000	
Batidoras tecnoplast	2	2 500,0	5 000,0	184	644,000		0,000		0,000	
Amasadora tecnoplast	1	4 000,0	4 000,0	184	515,200		0,000		0,000	
Ventiladores	4	250,0	1 000,0	184	128,800		0,000		0,000	
Extractores	2	350,0	700,0	184	90,160		0,000		0,000	
Horno de gaveta	1	24 000,0	24 000,0	184	3 091,200		0,000		0,000	
Bomba de agua	1	375,0	650,0	69	18,113		0,000		0,000	
Bebedero de agua	1	85,0	85,0	372	22,134	124	7,378	248	14,756	
Pesa electrica	1	4,0	4,0	184	0,736		0,000		0,000	
Total:	65	44 608,0	57 689,0		7 390,662		65,658		111,228	

Carga Instantánea Total: 39,23 kW

Anexo IV: Determinación de la cantidad de paneles fotovoltaicos

Uso Simultaneo

Consumo diario de Corriente de CA (Ah) **2 494,12** A/hora

Consumo Total corregido: **2 934,26** A/hora

Energía total diaria	320 101,09	W.hr/dia =	64,00	kw
Tensión CD del sistema (generalmente 12 ó 24 V)	24	Vcd		
Carga diaria corriente	13 337,55	A.hr/dia		
Multiplicar con el factor de seguridad 10%	1,1			
Carga diaria corriente corregida	14 671,30	A.hr/dia		
Promedio de horas de pico de sol por día.	5			
Amperaje que el sistema tendrá que producir en 1 hora	2 934,26	A/hora		Comprobación:
Capacidad máxima teórica de Potencia en kWp	88,92	kWp	>	64,00
14 % pérdidas, más tiempo nublado, brumoso o de poca radiación:	28,03%			

Cálculo del número de paneles

Consumo Total corregido:	2 934,26 A/hora
Amperaje máximo del modulo solar seleccionado	9,67 Panel Policristalino 24Vdc/9,67A/380W
Potencia pico	380
Horas sin o poco Sol	7
Eficiencia del Panel	0,195
Profundidad de Descarga de las Baterías	0,95
Coefficientes Multiplicados	12,54
Numero de módulos Paralelos que se necesita	234 Paneles
Numero de módulos en Serie que se necesita 24/24=1	1,00 Paneles
Area disponible para ubicar paneles (m2)	468,00 m2
Area de un solo panel fotovoltaico (m2)	1,92 m2

Paneles	Poner X
Adosados:	
Estructurados:	X

Cálculo del número de baterías (opcional)

Carga total diaria	14 671,30 A/dia
Días de reserva	2 (tiempo funcionando sin sol)
Capacidad nominal del banco de baterías	7 335,65 Ah
Factor de profundidad de descarga	0,8 (20% de reserva en las Baterías)
Capacidad corregida del banco de baterías	9 169,56 Ah
Capacidad nominal de batería	75 Ah (SOLAR BLOC 75 GEL)
Número de baterías en Paralelo de 24Vcd	124,00
Número de baterías en Serie de 24Vcd	1,00
Total de Baterías a Instalar	124,00

Calculo de Potencia del Inversor (Solo para 220AC)

Total de Potencia Instantanea del Inversor (Pts)	64 020,22 Wh	Agregar 10% del Total Inversor
TOTAL de Potencia Inversor Regimen Continuo	70 422,24 Wh	6402,021742
Factor pico de arranque por Motor 1,25%	88 027,80	
Uso no Simultaneo (Aprox. 1/3)	66 020,85 Wh	Pni= 47,5 KW.h Pni > Pts

Calculo del Regulador de Carga para 24 Vcd

Numeros de Paneles en paralelo	234,00
Intensidad maxima del Panel	9,67 A
Coefficiente de Pérdidas	1,25
Intensidad maxima del Regulador	2828,475 A

Nota: Estos cálculos están realizados para colectores con una orientación hacia el sur y un ángulo de inclinación de 20º
Cualquier variación en la orientación y el ángulo de inclinación reduce obstensiblemente la radiación recibida

Estudio para la aplicación de la energía renovable en la Empresa Provincial de Alimentos de Matanzas

Plan de Inversiones de Fuentes de Energía Renovable del 2022 al 2026 de acuerdo a la resolución 1238 MEP: Directivas para el desarrollo, mantenimiento y sostenibilidad de las fuentes renovables y uso eficiente de la energía. En función del Decreto Ley 345 del MINEM

Anexo V: Solicitud de sistemas de paneles fotovoltaicos.

Consumo anual:	62,00	MW.hr
----------------	-------	-------

No	Año	Demanda	Generación de Paneles	Excedente para vender a la OBE	Monto de la Inversión o Acción propuesta		Combustible que ahorra el país		Tiempo recuperación inversión respecto al combustible	Monto que recibe la Empresa por la energía ahorrada y generada	Tiempo recuperación inversión para la Empresa	Área disponible de techo	Cantidad de Paneles fotovoltaicos	Consumo a reducir (MWh)	% reducción del consumo
		kW	kW	kW	Cup	USD	Tn/año	USD/año	años	CUP	años	m2	Unidad	(MWh)	%
1	2022	40,00	64	24,00	2 055 390,48	82 215,62	32,67	22 869,00	3,60	295 853,68	6,95	468,0	234	52,41	84,53%
2	2023	40,00	64	24,00	0,00	0,00	32,67	22 869,00	0,00	295 853,68	0,00	0,0	0	52,41	84,53%
3	2024	40,00	64	24,00	0,00	0,00	32,67	22 869,00	0,00	295 853,68	0,00	0,0	0	52,41	84,53%
4	2025	40,00	64	24,00	0,00	0,00	32,67	22 869,00	0,00	295 853,68	0,00	0,0	0	52,41	84,53%
5	2026	40,00	64	24,00	0,00	0,00	32,67	22 869,00	0,00	295 853,68	0,00	0,0	0	52,41	84,53%
Total		40,00	64	24,00	2 055 390,48	82 215,62	163,35	114 345,00		1 479 268,40		468,0	234	262,04	84,53%

Anexo VI: Solicitud de transporte eléctrico ecológico.

Número	Años	Cantidad de transporte ligero solicitado		Combustible ahorrado por año	Combustible ahorrado por año	Combustible acumulado ahorrado	Dinero que se ahorra por concepto de combustible al año	Dinero acumulado por concepto de combustible	Pago por año
		Ligero	Camioneta	Litros al año (ligero)	Litros al año (camioneta)	Litros al año	\$/año	\$/año	USD/año
1	2022	1	4	200,00	2 000,00	8 200,00	31 272,00	31 272,00	254 000,00
2	2023	1	4	200,00	2 000,00	8 200,00	31 272,00	62 544,00	254 000,00
3	2024	1	4	200,00	2 000,00	8 200,00	31 272,00	93 816,00	254 000,00
4	2025	1	4	200,00	2 000,00	8 200,00	31 272,00	125 088,00	254 000,00
5	2026	1	4	200,00	2 000,00	8 200,00	31 272,00	156 360,00	254 000,00
Total		5	20	1 000,00	10 000,00	41 000,00	156 360,00	469 080,00	1 270 000,00

Nota: La carga eléctrica de estos equipos se realizará con energía renovable, mediante los paneles fotovoltaicos solicitados en el Anexo V.

INVERSION O ACCION PROPUESTA	Capacidad o potencia de la inversión de acuerdo a sus características			Monto de la Inversión o Acción propuesta		
	Unidades	Potencia Unitaria (kW)	Potencia Total (kW)	Precio/Unidad	Importación (USD)	Moneda Nacional
					USD	CUP
Vehículo eléctrico Peugeot Patner DVLS	5	49,0	245,0	42 000,0	210 000,00	5 040 000,00
Vehículo eléctrico Peugeot Camioneta Foton DVLS	20	90,0	1 800,0	53 000,0	1 060 000,00	25 440 000,00
Total	25		2 045,0		1 270 000,00	30 480 000,00

Anexo VII: Solicitud de sistemas para mejorar la eficiencia energética.

Solicitud de cambio de luminarias fluorescente por luminarias Led

No	Año	Luminarias de 32 W	Luminarias de 18 W	Luminarias mercurio, halógeno, sodio, etc. Watt	Consumo actual	Consumo Led	Energía anual que se ahorra	Monto de la Inversión o Acción propuesta		Combustible que ahorra el país		Tiempo recuperación inversión respecto al combustible	Dinero que se ahorra la Empresa por la energía ahorrada	Tiempo recuperación inversión para la Empresa	Impacto en la demanda	Impacto en la energía	Impacto en las emisiones de CO2 evitadas
					100	kW		kW	kW.hr	CUP	Euro						
1	2022	160	40	20	7,84	3,92	8271,2	28 400,00	979,31	2,32	1 621,16	0,72	25 806,14	1,10	0,00392	0,0083	6,739
2	2023	160	40	20	7,84	3,92	8271,2	28 400,00	979,31	2,32	1 621,16	0,72	25 806,14	1,10	0,00392	0,0083	6,739
3	2024	160	40	20	7,84	3,92	8271,2	28 400,00	979,31	2,32	1 621,16	0,72	25 806,14	1,10	0,00392	0,0083	6,739
4	2025	160	40	20	7,84	3,92	8271,2	28 400,00	979,31	2,32	1 621,16	0,72	25 806,14	1,10	0,00392	0,0083	6,739
5	2026	160	40	20	7,84	3,92	8271,2	28 400,00	979,31	2,32	1 621,16	0,72	25 806,14	1,10	0,00392	0,0083	6,739
Total		800	200	100	39,20	19,60	41 356,00	142 000,00	4 896,55	11,58	8 105,78		129 030,7		0,01960	0,0414	33,697

Solicitud de cambio de Aires acondicionados y cámaras frías por sistema inverter

No	Año	Aires acondicionados y Cámaras frías	Capacidad	Cantidad	Total	Consumo actual	Consumo con sistema inverter	Energía anual que se ahorra	Monto de la Inversión o Acción propuesta		Combustible que ahorra el país		Tiempo recuperación inversión respecto al combustible	Dinero que se ahorra la Empresa por la energía ahorrada	Tiempo recuperación inversión para la Empresa	Impacto en la demanda	Impacto en la energía	Impacto en las emisiones de CO2 evitadas
					BTU/hr	kW	kW		kW.hr	CUP	Euro	Tn/año						
1	2022	1	12000	17	204000	1,37	0,96	14742,57	246 500,00	8 500,00	4,13	2 889,54	3,53	45 996,82	5,36	0,0070	0,0147	12,01
2	2023	0,5	6000	5	30000	0,14	0,09	427,28	46 400,00	1 600,00	0,12	83,75	22,93	1 333,10	34,81	0,0002	0,0004	0,35
3	2024	0,5	6000	2	12000	0,08	0,05	94,95	17 400,00	600,00	0,03	18,61	38,69	296,24	58,74	0,00005	0,0001	0,08
4	2025	0,5	6000	2	12000	0,09	0,06	107,61	6 960,00	240,00	0,03	21,09	13,65	335,74	20,73	0,0001	0,0001	0,09
5	2026	1,5	18000	1	18000	2,50	1,75	1582,50	15 950,00	550,00	0,44	310,17	2,13	4 937,40	3,23	0,0008	0,0016	1,29
Total		48 000	48 000	27	276 000	4,17	2,92	16 954,91	333 210,00	11 490,00	4,75	3 323,16	4,15	52 899,3	6,30	0,0080	0,0170	13,81

Nota:

ECO-ACÚSTICA PARA LA CONSERVACIÓN

Por **Olga Natalia Tserej Vázquez***
*Universidad de Miami, Florida
<https://orcid.org/0000-0002-7075-4989>

Resumen

El artículo realiza una revisión bibliográfica sobre la importancia de la ecoacústica como disciplina y herramienta para evaluar de forma precisa el impacto del cambio climático en el planeta. La producción del sonido en los animales depende en gran medida de su metabolismo, y a la vez está intrínsecamente relacionado con la temperatura ambiental, entre otros factores; es por ello que su campo de actuación es amplio, complejo y diverso. Por su carácter no invasivo y notable aplicación práctica, deviene método científico para la determinación y mayor comprensión de las transformaciones ambientales actuales. Su carácter multifactorial requiere una mayor difusión y profundidad de sus presupuestos teórico-prácticos.

Palabras clave: Ecoacústica, cambio climático, medioambiente, conservación.

ECOACUSTICA FOR CONSERVATION

Abstract

This article reviews the literature on the importance of ecoacoustics as a discipline and tool for accurately assessing the impact of climate change on the planet. The production of sound in animals depends to a large extent on their metabolism, and at the same time is intrinsically related to environmental temperature, among other factors; this is why its field of action is broad, complex and diverse. Due to its non-invasive character and remarkable practical application, it becomes a scientific method for the determination and greater understanding of current environmental transformations. Its multifactorial nature requires greater dissemination and depth of its theoretical and practical assumptions.

Key words: Ecoacoustics, climate change, environment, conservation.

Introducción

El cambio climático es uno de los procesos más importantes y complejos que enfrentan las jóvenes generaciones. Debido a los resultados potencialmente devastadores de este fenómeno, los científicos de muchos campos están uniendo fuerzas para evaluar y prevenir estos posibles escenarios catastróficos. Cada vez más, las nuevas tecnologías combinadas con metodologías innovadoras nos están dando una proyección más clara del impacto futuro del cambio climático. Entre estos nuevos enfoques, el uso de señales de sonido parece una herramienta muy poderosa, rentable y versátil manera de evaluar un ecosistema.

En junio de 2015 tuvo lugar en París el primer coloquio internacional sobre ecoacústica como disciplina emergen-

te. En esa ocasión Jerome Sueur, su organizador, explicó que se trataba de una disciplina que todavía no estaba formalizada, surgida de numerosas investigaciones que se estaban desarrollando, que integran la ecología, la acústica y la informática, para seguir los cambios de la biodiversidad animal en escalas temporales y espaciales en función de las afectaciones de los hábitats naturales (Barbanti, 2017).

Desarrollo

La ecoacústica es un campo científico emergente que estudia los sistemas acústicos desde una perspectiva ecológica (Sueur y Farina, 2015). La producción de sonido en los animales depende en gran medida del metabolismo, y a la vez está intrínsecamente relacionado con la temperatura

(Gillooly y Ophir, 2010). Por lo tanto, podemos obtener importantes informaciones, desde el punto de vista ambiental, con solo registrar las emisiones acústicas en una comunidad. La ecoacústica se dedica al estudio de la antropofonía, que son los sonidos generados por las actividades humanas; la geofonía se refiere a los sonidos ocasionados por el viento o lluvia y la biofonía son los sonidos causados por animales diferentes al ser humano, para estimar la densidad de población, las estructuras internas, la distribución espacial y los efectos de los cambios globales (Rendón *et al.*, 2020).

En el artículo de Krause y Farina (2016) se revisaron diferentes enfoques para evaluar las variaciones en el comportamiento acústico de varios organismos productores de sonido. Discutieron la hipótesis de la adaptación acústica, que explica cómo los cambios específicos en el entorno físico pueden modificar potencialmente la transmisión del sonido. Este es el caso de varias especies marinas que se comunican mediante llamadas de baja frecuencia. Comenzando por la acidificación del agua que reduce la absorción del sonido a bajas frecuencias, los organismos como las ballenas tienen que adaptar sus salidas acústicas para transmitir el mismo mensaje (Brewer y Hester, 2009).

El cambio climático también tiene un impacto en el nicho acústico de varias especies al cambiar el ancho de banda en el que estos organismos se comunican. Para algunas especies como el sinsonte, las variaciones climáticas pueden aumentar su repertorio vocal, causando potencialmente una superposición de nicho (Botero *et al.*, 2009). Además, el espacio acústico activo para muchas especies está cambiando con la temperatura, con varias implicaciones en el apareamiento y en las interacciones depredador-presa. Krause y Farina (2016) también discutieron las implicaciones de los cambios de temperatura en el desempeño del sonido a nivel comunitario. Por ejemplo, el ciclo circadiano que dicta el momento del rendimiento acústico de comunidades enteras, puede estar cambiando. Todos estos patrones podrían convertirse en la base para un examen más completo de los primeros signos de estrés ambiental.

Las herramientas acústicas son cada vez más accesibles y, por lo tanto, más utilizadas en este campo. Una de las principales se enfoca en este momento en crear algoritmos matemáticos que proporcionen clasificaciones precisas de sonidos; Luque *et al.* (2018) propusieron una metodología para la clasificación automática de sonidos de anuros en ambientes muy ruidosos. Los cambios en el número de algunas especies de anuros se utilizan con frecuencia como indicadores de cambio climático. Es por ello que un seguimiento riguroso y continuo de este tipo de grupos podría proporcionar información útil para evaluar los cambios ambientales. Ulloa *et al.* (2018) desarrolló un patrón de sistema de reconocimiento para estimar con precisión y rapidez la diversidad acústica en ambientes tropicales; mientras Fariña *et al.* (2018) investigaron la estructura y la dinámica de los paisajes sonoros en el área mediterránea.

Uno de los desafíos urgentes es comprender la transformación y degradación de los bosques. En ese sentido, los cambios de los ecosistemas se miden por varios niveles de transformación (alto, medio, bajo). Por lo general dichos niveles de cambio se obtienen mediante la observación directa

y el recuento de especies, entre otras acciones. Sin embargo, estos métodos resultan invasivos y requieren de largos periodos de observación en los lugares objetos de estudio. Una alternativa eficaz ha resultado el monitoreo acústico pasivo, pero que genera un alto nivel de procesamiento de datos. (Rendón *et al.*, 2020). Grant y Samways (2016) refieren que la ecoacústica es óptima para evaluar de forma no invasiva la riqueza de especies de varios biotopos típicos de una plantación forestal ecológica con diversos gradientes ecológicos y vegetación tanto autóctona como no autóctona. Rendón *et al.* (2020) propusieron un método para identificar automáticamente la transformación del bosque seco tropical (BST), mediante grabaciones acústicas, aplicando dos modelos de clasificación: Gaussian Mixture Models (GMM), por cada región estudiada, y Universal Background Model (UBM), para un modelo general, con valiosos resultados.

Dado que la mayoría de estos estudios están restringidos a aves y ranas, Ferreira *et al.* (2018) está proporcionando una enfoque más completo al incluir insectos y mamíferos en su estudio. En mi opinión, también existen varios desafíos para el uso de la acústica para evaluar el cambio climático y su impacto. Primero, como se describe anteriormente, la mayoría de los estudios provienen del campo de la Ornitología y Herpetología, mientras que existe una comunidad acústica más amplia en la que predominan los insectos. Existe una vasta cantidad de especies productoras de sonido que aún esperan ser descubiertas. Por ejemplo en mi país natal, Cuba, existen familias enteras de coleópteros con un repertorio acústico complejo que ni siquiera han sido descritos. En ese sentido, creo que nos puede estar faltando información valiosa de la acústica. Los estudios meramente descriptivos pueden no parecer lo suficientemente atractivos, pero pudieran convertirse en líneas de base para futuros estudios sobre cómo el cambio climático está afectando a nuestro planeta.

Conclusiones

En opinión de esta autora, la ecoacústica es un nuevo campo científico que debería estar creciendo, ya que es un método no invasivo y potencialmente preciso para evaluar nuestro impacto en la biodiversidad. La creación de la Internacional Society for Ecoacoustics (ISE) fue un paso hacia el avance de esta ciencia. Cada año, el ISE reúne a científicos de muchos campos diferentes para explorar las diferentes formas en que el estudio de la acústica puede mejorar nuestra comprensión del medioambiente.

Revisión bibliográfica

- BARBANTI, ROBERTO (2017). Elementos para una *acusia* de la ciudad. En *Panamá 4*, Valparaíso. ISSN0719 630X.95 109.95. Universidad de París.
<https://doi.org/10.22370/panambi.2017.4.835>
- BOTERO, C. A., BOOGERT, N. J., VEHNENKAMP, S. L., & LOVETTE, I. J. (2009). Climatic patterns predict the elaboration of song displays in mockingbirds. *Current Biology*, 19(13), 1151-1155.
- Brewer, P. G., & Hester, K. (2009). Ocean acidification and the increasing transparency of the ocean to low-frequency sound. *Oceanography*, 22(4), 86-93.
- Farina, A., Gage, S. H., & Salutari, P. (2018). Testing the ecoacoustics event detection and identification (EEDI) approach

- on Mediterranean soundscapes. *Ecological Indicators*, 85, 698-715.
- Ferreira, L., Oliveira, E. G., Lopes, L. C., Brito, M. R., Baumgarten, J., Rodrigues, F. H., & Sousa-Lima, R. (2018). What do insects, anurans, birds, and mammals have to say about soundscape indices in a tropical savanna. *Journal of Ecoacoustics*, 2, PVH6YZ.
- Gillooly, J. F., & Ophir, A. G. (2010). The energetic basis of acoustic communication. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 277(1686), 1325-1331.
- Grant, Paul B. C. y Samways, Michael J. (2016). Use of ecoacoustics to determine biodiversity patterns across ecological gradients. En *Conservation Biology*. Online ISSN:1523-1739. <https://doi.org/10.1111/cobi.12748>
- Krause, B., & Farina, A. (2016). Using ecoacoustic methods to survey the impacts of climate change on biodiversity. *Biological Conservation*, 195, 245-254.
- Luque, A., Romero-Lemos, J., Carrasco, A., & Barbancho, J. (2018). Non-sequential automatic classification of anuran sounds for the estimation of climate-change indicators. *Expert Systems with Applications*, 95, 248-260.
- Rendón Hurtado, N. D., Isaza Narváez, C. V. y Rodríguez Buriticá, S. (2020). Identificación automática de transformación en el bosque seco tropical colombiano usando GMM y UBM-GMM. En *Revista Facultad de Ingeniería* 29 (54). <https://doi.org/10.19053/01211129.v29.n54.2020.11752>
- Sueur, J., & Farina, A. (2015). Ecoacoustics: the ecological investigation and interpretation of environmental sound. *Biosemiotics*, 8(3), 493-502.
- Ulloa, J. S., Aubin, T., Llusia, D., Bouveyron, C., & Sueur, J. (2018). Estimating animal acoustic diversity in tropical environments using unsupervised multiresolution analysis. *Ecological Indicators*, 90, 346-355.

Recibido: 24 de diciembre de 2021.

Aceptado: 20 de enero de 2022.

Conflicto de intereses: La autora declara que no existen conflictos de intereses.

Contribución de los autores: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición: Olga N. Tserej Vázquez.
