

# 54

Fecha de presentación: marzo, 2021

Fecha de aceptación: mayo, 2021

Fecha de publicación: julio, 2021

## BASES PARA LA IMPLEMENTACIÓN

DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA UEB RON “LUIS ARCOS BERGNES” DE CIENFUEGOS BASADO EN LA NC-ISO 50001:2019

### **BASES FOR THE IMPLEMENTATION OF AN ENERGY MANAGEMENT SYSTEM IN THE UEB RUM “LUIS ARCOS BERGNES” OF CIENFUEGOS BASED ON THE NC-ISO 50001:2019**

Regino R Álvarez Cancio-Bello<sup>1</sup>

E-mail: [ralvarez@ucf.edu.cu](mailto:ralvarez@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4636-4331>

Sergio Montelíer Hernández<sup>1</sup>

E-mail: [smonte@ucf.edu.cu](mailto:smonte@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0042-0454>

Armando Oviedo Regojo<sup>1</sup>

E-mail: [aregojo@ucf.edu.cu](mailto:aregojo@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5059-1019>

Odalys Bello González<sup>2</sup>

E-mail: [odalysbg@sma.unica.cu](mailto:odalysbg@sma.unica.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0538-5088>

<sup>1</sup> Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. Cuba.

<sup>2</sup> Universidad de Ciego de Ávila “Máximo Gómez Báez”. Cuba.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Álvarez Cancio-Bello, R. R., Montelíer Hernández, S., Oviedo Regojo, A., & Bello González, O. (2021). Bases para la implementación de un sistema de gestión energética en la UEB Ron “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos basado en la NC-ISO 50001:2019. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 505-511.

#### RESUMEN

En el presente trabajo se presenta una amplia búsqueda bibliográfica sobre el estado actual de los sistemas de gestión energética en fábricas de ron y bebidas, de las fortalezas de la norma ISO 50001 para su implementación en estas industrias y de las normas internacionales sobre gestión de la energía, el mismo se realizó con el objetivo de establecer las bases para la implementación de un sistema de gestión energética en la Unidad Económica Básica (UEB) ron “Luis Arcos Bergnes” de Cienfuegos, a partir de la metodología de la etapa de planificación energética de la NC-ISO 50001:2019. Se hizo una caracterización energética de la UEB ron de Cienfuegos mediante el análisis del consumo de los principales portadores energéticos de la entidad, del consumo de energía en función de la producción, de las líneas base de los años 2017-2018, de la variación del índice de consumo y del comportamiento del consumo de los portadores energéticos. Finalmente se determinaron los equipos y las áreas más consumidoras de energía y se propuso un proyecto de mejoras con el fin de incrementar la eficiencia energética del proceso de fabricación de ron.

**Palabras clave:** Sistema, gestión energética, metodología, planificación energética, eficiencia energética, norma, proyecto.

#### ABSTRACT

This paper presents an bibliographic search on the current state of energy management systems in rum and beverage factories, the strengths of the ISO 50001 standard for its implementation in these industries and international standards on energy management, it was carried out with the objective of establishing the bases for the implementation of an energy management system in the Basic Economic Unit (UEB) ron “Luis Arcos Bergnes” of Cienfuegos, based on the methodology of the energy planning stage of NC-ISO 50001: 2019. An energy characterization of the UEB rum de Cienfuegos was made by analyzing the consumption of the main energy carriers of the entity, energy consumption based on production, the baselines of the years 2017-2018, the variation of the consumption index and consumption behavior of energy carriers. Finally, the equipment and the most energy-consuming areas were determined and an improvement project was proposed in order to increase the energy efficiency of the rum manufacturing process.

**Keywords:** System, energetic management, methodology, energetic planning, energetic efficiency, standard, project.

## INTRODUCCIÓN

El previsible agotamiento de los combustibles fósiles y el daño irreversible que se ocasiona al medio ambiente, exigen la adopción de nuevas estrategias en materia de energía como base de un modelo de desarrollo sostenible, que permita satisfacer las necesidades energéticas de la generación actual y preservar las posibilidades para que las futuras generaciones puedan también encontrar soluciones para satisfacer las suyas.

Algunas naciones han concientizado la necesidad de disminuir el consumo energético, y de maximizar la eficiencia del mismo. De ahí que a partir del 2005, países líderes en la gestión de la energía instituyeran guías y normas para la gestión energética (Cleves, et al., 2015; Gómez, 2015, Jia Li & Quan Tao, 2017), las cuales contribuyeron a que en el año 2011 se aprobara por la International Standardization Organization (ISO).

La norma internacional ISO 50001 “Energy management systems –Requirements with guidance for use”, la cual proporciona beneficios para las organizaciones grandes y pequeñas, en los sectores público y privado, en la manufactura y los servicios, también establece un marco para las plantas industriales, instalaciones comerciales, institucionales y gubernamentales, y organizaciones enteras para gestionar la energía.

Cuba adoptó primero rápidamente este estándar como norma idéntica bajo la denominación NC-ISO 50001:2011 y luego la revisión en el 2019 como NC-ISO 50001:2019 (Cuba. Oficina Nacional de Normalización, 2019) Sistemas de gestión de la energía - requisitos con orientación para su uso. A pesar de la importancia que representa la reducción de gastos y el aumento en la eficiencia energética en el sector del ron cubano, las acciones de gestión energética siguen siendo primarias y enfocadas a acciones aisladas de eficiencia energética y seguimiento mensual de indicadores destinados a evaluar el rendimiento energético de instalaciones, auxiliado además con el Sistema de Gestión Total y Eficiente de la Energía (SGTEE) y la introducción paulatina de la norma NC-ISO 50001 en el proceso productivo cuya implementación en la UEB ron de Cienfuegos se encuentra en la categoría de “En Proceso”.

La UEB ron de Cienfuegos es una instalación perteneciente a la EMBER Villa Clara y presenta un consumo energético considerable por lo que se decidió realizar una investigación para implementar un sistema de gestión energética. En este trabajo se establecen las bases para la implementación de un sistema de gestión energética en dicha UEB a partir de la metodología de la etapa de planificación energética de la NC-ISO 50001 (Correa, et al., 2014; Díaz, et al., 2020)

## DESARROLLO

Se realizó el análisis de brechas para la evaluación preliminar del trabajo de la empresa en gestión energética y el cumplimiento de la NC-ISO 50001 (Cañizares, et al., 2014; González, et al., 2017), que dio como resultado la categoría de **En Proceso** con los requisitos de la norma NC-ISO 50001 el cual se presenta en la figura 1:

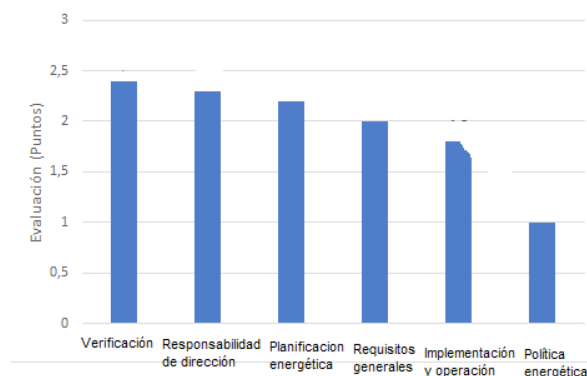


Figura 1. Análisis de brechas.

La UEB ron de Cienfuegos es una instalación perteneciente a la Empresa de bebidas y licores (EMBER) Villa Clara que se dedica a la fabricación de varias marcas de ron y presenta un consumo energético considerable por lo que se decidió realizar una investigación con vista a implementar un sistema de gestión energética.

El proceso de fabricación de ron de esta entidad cuenta con varias etapas que se muestran en la figura 2:

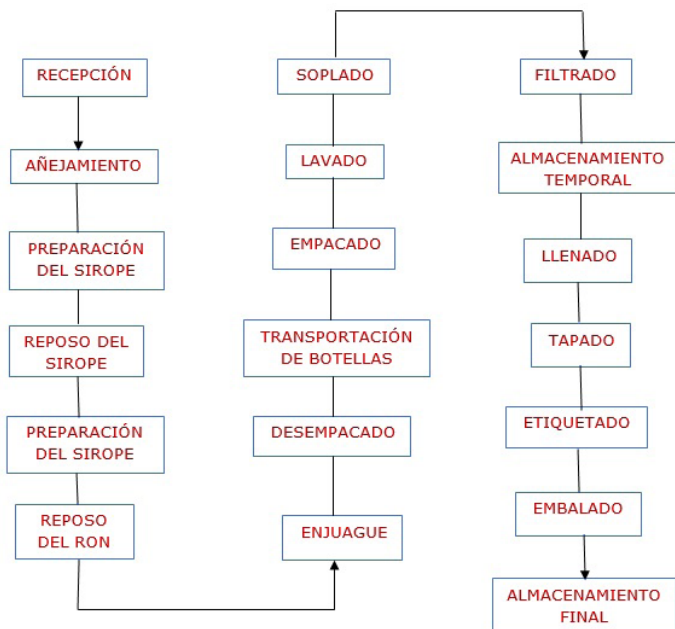


Figura 2. Proceso de fabricación de ron.

### Análisis del consumo de los principales portadores energéticos de la entidad

El análisis de los portadores permitió determinar cuál o cuáles de estos son los de mayor incidencia en el consumo dentro de la UEB. La figura 3 presenta el consumo de estos portadores energéticos en los últimos años 2017 y 2018.

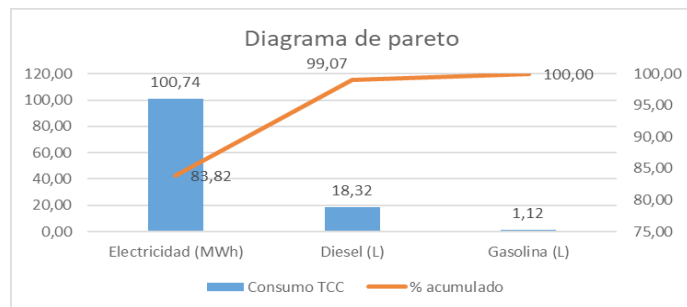


Figura 3. Consumo de portadores energéticos (TEP).

Como se observa la electricidad representa más del 90% en los dos últimos años. A partir de aquí analizaremos preferentemente el portador energético electricidad (Crespo, et al., 2019).

### Comportamiento de la energía eléctrica

En la figura 4 se puede observar cómo se comporta la energía eléctrica en la UEB a través de sus distintas áreas.

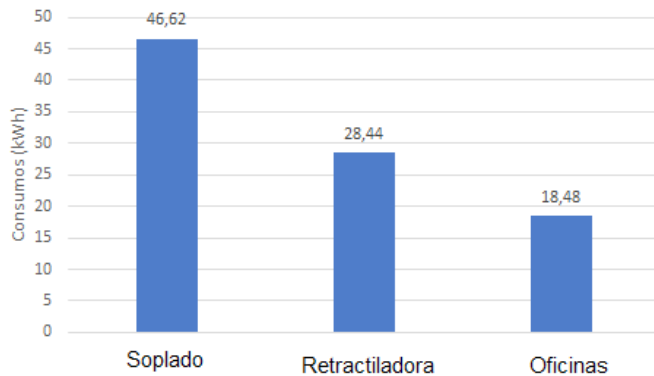


Figura 4. Consumo de energía eléctrica por áreas.

Como se puede apreciar el área de soplado presenta el mayor consumo de energía eléctrica en la cual es necesario proponer mayor cantidad de mejoras de eficiencia energética (Panepinto, et al., 2016).

### Consumo de los mayores consumidores energéticos

En la figura 5 se muestran los equipos que mayor consumo de electricidad presentan en la empresa.

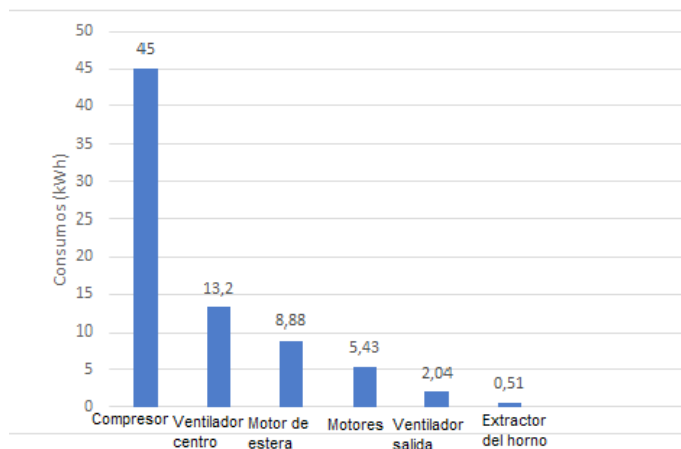


Figura 5. Equipos mayores consumidores de electricidad.

*“Cómo se puede ver el equipo mayor consumidor de electricidad es el compresor de aire, siendo necesario realizar acciones en este equipo para incrementar la eficiencia energética”*: (Hernández Morfa, 2019, p. 50)

A partir de esta consideración de Hernández Morfa (2019), al realizar un análisis de los requisitos establecidos por la norma NC-ISO 50001 para los Sistemas de gestión de la energía, se puede corroborar que cumple con uno de los pasos de la metodología para la etapa de planificación energética al evaluar el consumo de los equipos mayores

consumidores de electricidad del proceso de fabricación de ron de la empresa según se contempla en dicha norma, así como la debida implementación de acciones para lograr ahorros de energía en un importante portador energético como la electricidad con el consiguiente aumento de la eficiencia energética empresarial, lo cual permite a la organización establecer los sistemas y procesos para mejorar continuamente el desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía en los equipos, procesos, y sistemas energéticos (Salahi & Jafari, 2016; Sowka, et al., 2021; Saari, et al., 2021), establecer los requisitos de un sistema de gestión de la energía (SGEn) para la organización, además el desarrollo y la implementación de un SGEn incluyen una política energética, objetivos, metas energéticas, medidas para disminuir el consumo de energía y planes de acción relacionados con su gestión energética.

### Consumo de energía en función de la producción

La actividad en las fábricas de ron se puede caracterizar por indicadores de producción en litros (Madrigal, et al., 2018; Noriega, et al., 2019). Para la UEB la producción es su principal y única meta de trabajo, en este caso en las figuras 6 y 7 se observa el comportamiento del consumo eléctrico vs producción en los años 2017 y 2018.

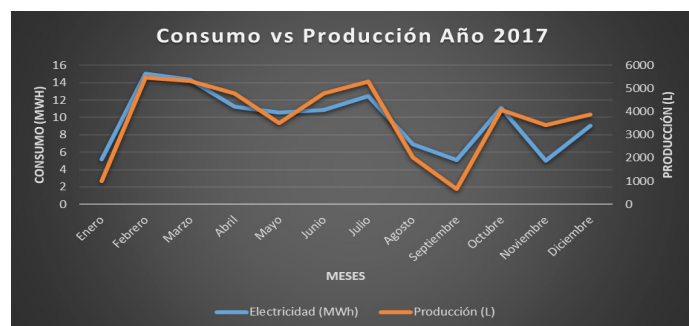


Figura 6. Consumo de Electricidad vs Producción en 2017.

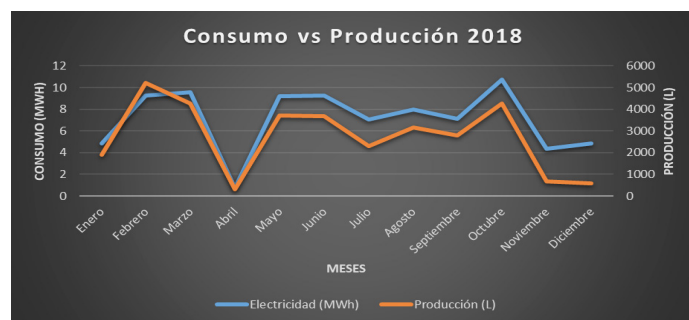


Figura 7. Consumo de Electricidad y Producción en 2018.

De los gráficos anteriores se puede analizar que existe un buen nivel de correlación entre el consumo eléctrico y la producción en los años 2017 y 2018. La figura

8 presenta el comportamiento del índice de consumo en los años 2017 y 2018, el cual consiste en el cociente del consumo de electricidad (MWh) entre la producción (l) y es expresado en MWh/l (May, et al., 2015; Gómez, et al., 2018; Crespo, et al., 2020; Bortnowski, et al., 2021).

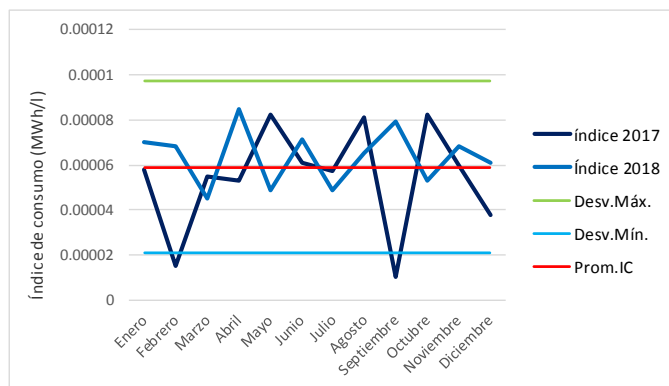


Figura 8. Índice de consumo de electricidad en 2017 y 2018.

De los gráficos anteriores se puede valorar que el índice de consumo se comporta dentro de la zona de control, exceptuando unos meses específicos del año 2017 debido a que hay limitaciones de materias primas por falta de abastecimiento de estas, lo cual disminuye la producción y por consiguiente el consumo de electricidad.

Las figuras 9 y 10 muestran la correlación entre el consumo y la producción.

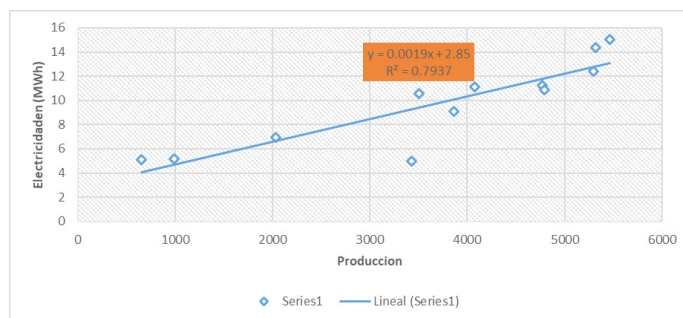


Figura 9. Consumo-Producción en 2017.

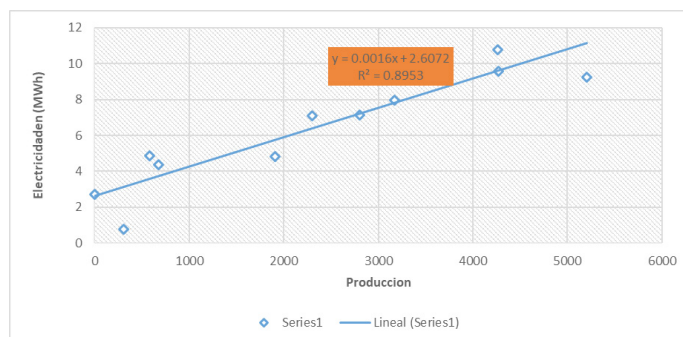


Figura 10. Consumo-Producción en 2018.

Al analizar la correlación entre el consumo y la producción ambos reflejan que existe un nivel de correlación adecuado  $R^2 \geq 0,75$  para ambos años lo cual nos indica que es un buen indicador para la gestión energética.

#### Línea base del año 2018

En la figura 11 se presenta la línea base de 2018, se considera principalmente esta línea base por ser la mejor, ya que el consumo de electricidad es menor para diferentes valores de producción.

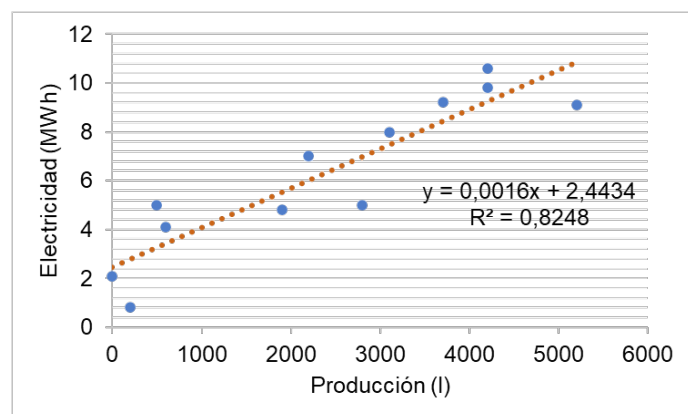


Figura 11. Línea base de 2018.

#### Requisitos del sistema de gestión de la energía

- La Dirección de la UEB ron de Cienfuegos establece el Sistema de Gestión de Energía que cumple con los requisitos de la NC-ISO-50001, el cual está implementado hace varios años en las diferentes áreas de la fábrica.
- El Sistema de Gestión de Energía de la UEB ron de Cienfuegos es un documento oficial de la EMBER y un ejemplar del mismo se encuentra en sus archivos primarios en versión digital, en formato word siendo controlado por el especialista energético de la fábrica.
- La implementación del SGE (Sistema de Gestión de Energía) se lleva a cabo a través de la estructura organizativa de la UEB ron de Cienfuegos y su ejecución y control sistemático lo realiza la Dirección Técnica y Desarrollo.

- La aplicación del SGE se cumple en todas las áreas subordinadas a la UEB ron de Cienfuegos.
- El SGE se evalúa anualmente en el mes de enero con el objetivo de eliminar los errores, perfeccionarlo, y cumplir con el principio de Mejora Continua. Los resultados de la revisión del SGE se reflejan en un documento oficial de la UEB ron de Cienfuegos y se presentan en el Consejo de Dirección del mes de enero. Las modificaciones del documento original se dan a conocer a todos los cargos directivos de la UEB.

#### Oportunidades de ahorro

Con respecto al compresor de aire que es el mayor consumidor de electricidad a continuación se propone un conjunto de medidas operacionales con el objetivo de lograr un mejor rendimiento y ahorro de energía eléctrica como son las siguientes:

1. Realizar una auditoría al sistema de aire comprimido.
2. Cerrar el anillo neumático.
3. Reducir las fugas de la red de aire y los consumos indebidos o artificiales.
4. Aprovechamiento de la energía disponible para calentar agua que luego pueda ser utilizada para calefacción, baños, u otros procesos industriales.
5. Chequear constantemente la temperatura.

La dirección de la UEB ron de Cienfuegos valoró algunas oportunidades de ahorro en la iluminación de las diferentes áreas mediante la sustitución de las lámparas actuales (ahorradoras y fluorescentes) por lámparas de tecnología LED.

Se hicieron anteriormente en la UEB estudios de diagnóstico energético mediante mediciones y cálculos de consumos de equipos de aire acondicionado y de las luminarias; así como de la apertura y cierre de locales climatizados.

A continuación, se exponen en la Tabla 1 como resultado de las mediciones varias medidas de ahorro para su implementación en la UEB.

Tabla 1. Medidas de ahorro en locales, aires acondicionados y luminarias.

Medidas	Ahorro	Periodo de Aplicación	Implicados	Área	Responsable
Controlar la apertura y cierre de los locales climatizados evitando tiempos prolongados de apertura.	0,18 MWh/mes	Permanente	2	Oficinas	Especialista energético
Arrancada de los aires acondicionados después de las 9:00 am	0,32 MWh/mes	Permanente	2	Oficinas	Especialista Energético

Parada de los aires acondicionados no tecnológicos en el horario de 11:00 am - 1:00 pm	0,64 MWh/mes	Permanente	2	Oficinas	Especialista Energético
Apagado de las luminarias en el horario de almuerzo.	0,40 MWh/mes	Permanente	43	Oficinas Soplado Retractora	Especialista Energético

### Valoración económica

El ahorro de electricidad total en un año es de 1540 kWh que equivale a 1,58 t de petróleo que equivalen a 11,649 barriles, el precio actual del petróleo en el mercado internacional es de 65 USD el barril, cuyo costo por concepto de ahorro de electricidad es de 751,21 USD/a que se puede ahorrar al país por año.

### CONCLUSIONES

El estado actual de los sistemas de gestión energética mostró las fortalezas de la norma NC-ISO 50001:2019, las particularidades de las normas internacionales y de los sistemas de gestión energética, que permitió establecer los fundamentos científicos de la investigación.

La caracterización energética de la UEB ron de Cienfuegos permitió conocer los mayores consumidores de energía, siendo el portador energético de mayor consumo la electricidad con más del 90 %, el área de soplado con 46,62 kWh y el compresor con 45 kWh.

El análisis de correlación entre los indicadores de la UEB como la producción de ron y el consumo de energía eléctrica permitió obtener coeficientes  $R^2$  favorables con valores entre 0,79 y 0,89, lo cual demostró que se puede establecer una relación adecuada entre el consumo y la producción con mayor gestión energética y con incremento de la eficiencia energética.

Se identificaron las oportunidades de ahorro de energía en la UEB fundamentalmente en la sustitución de luminarias actuales (ahorradoras y fluorescentes) por lámparas de tecnología LED y en áreas administrativas de producción y equipos tecnológicos mayores consumidores de electricidad, las cuales nos permitieron proponer un grupo de medidas para disminuir el consumo de electricidad.

Se propuso un proyecto de mejoras de la eficiencia energética para reducir los consumos de energía en los equipos y áreas mayores consumidoras como el compresor, aires acondicionados, luminarias, áreas de oficinas, soplado y retractora, encaminado al ahorro de energía eléctrica y al aumento de la gestión energética en la UEB que puede lograr un ahorro de 1540 kWh/a equivalente a 1,58 t/a de petróleo que permite un ahorro anual de 751,21 USD al precio actual del petróleo.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bortnowski, P., Gladysiewicz, L., Krol, R., & Ozdoba, M. (2021). Energy Efficiency Analysis of Copper ore Ball Mill Drive Systems. *Energies*, 14(6), 1786.
- Cañizares, G., Rivero, M.F., Pérez, R., & González, E. (2014). La gestión energética y su impacto en el sector industrial de la provincia Villa Clara, Cuba. *Tecnología Química*, 34 (1), 11-23.
- Cleves, J. D., Prias, O.F., & Torres, H.C. (2015). Modelo de normalización de indicadores de desempeño energético en implementación de Sistemas de Gestión de Energía. Caso de estudio: Sector Textil. *Energética*, (46), 65-71.
- Correa, J., Borroto, A., Alpha, M., González, R., Curbelo, M., & Díaz, A.M. (2014). Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según la NC-ISO 50001:2011. *Ingeniería Energética*, 35(1), 38-47.
- Crespo, G., Monteagudo, J.P., Montesino, M., Cabrera, J.L., Padrón Padrón, A., & Haeseldonckx, D. (2020). Efficiency in electromechanical drive motors and energy performance indicators for implementing a management system in balanced animal feed manufacturing. *Energy*, 194.
- Crespo, G., Monteagudo, J.P., Montesino, M., Cruz, I., & Cabrera, J.L. (2019). La gestión energética en la fabricación de piensos balanceados en Cienfuegos. *Universidad y Sociedad*, 11(19), 249-256.
- Cuba. Oficina Nacional de Normalización. (2019). NC-ISO 50001: 2019. Sistemas de gestión de la energía-Requisitos con orientación para su uso. NC. <http://catalogo.cgdc.cu/home/cuban-norm/69870>
- Díaz, Y., Alvarez Guerra, M.A., Valdés, A., Pimentel, L., Castillo, O., & Haeseldonck, D. (2020). Implementación de un sistema de gestión de la energía basado en la norma cubana NC 50001 (en la fase de planificación energética) en una compañía de telecomunicaciones. *Ingeniería Energética*, 41(3).

- Gómez, D. J., & Morán, R.G. (2015). Análisis energético urbano usando metodologías de gestión integral de energía: un caso de estudio en la ciudad de Pasto. *Energética*, (45), 23-31.
- Gómez, J., Viego, P.R., Díaz, Y., Alvarez Guerra, M.A., Sousa, V., & Haeseldonckx, D. (2018). A New Energy Performance Indicator for Energy Management System of a GWheat Mill Plant. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8(4), 324-330.
- González, A., González, V.M., & Miño, J.E. (2017). La gestión energética en el Central azucarero "14 de julio". *CentroAzúcar*, 44(4), 55-66.
- Hernández Morfa, G. (2019). Bases para la implementación de un sistema de gestión energética en la UEB ron "Luis Arcos Bergnes" de Cienfuegos basado en la NC-ISO 50001:2019. (Tesis de pregrado). Universidad de Cienfuegos.
- Jia Li, M., & Quan Tao, W. (2017). Review of methodologies and polices for evaluation of energy efficiency in high energy consuming industry. *Applied Energy*, 187, 203-215.
- Madrigal, J.A., Cabello, J.J., Hernández, H., Sousa, V., & Balbis, M. (2018). Planificación energética para el ahorro de fueloil en una lavandería industrial. *Ingeniare*, 26(1), 86-96.
- May, G., Barletta, I., Sthahl, B., & Taisch, M. (2015). Energy management in production: A novel method to develop key performance indicators for improving energy efficiency. *Applied Energy*, 149, 46-61.
- Noriega, E., Cabello, J.J., Hernández, H., & Sousa, V. (2019). Planificación y gestión energética durante la fabricación de baterías. *Gestao & Producao* 26(4).
- Panepinto, D., Flore, S., Zappone, M., Genon, G., & Meucci, M. (2016). Evaluation of the energy efficiency of a large wastewater plant in Italy. *Applied Energy*, 161, 404-411.
- Saari, J., Sermyagina, E., Kaikko, J., Haider, M., Hamaguchi, M., Vakkilainen, E. (2021). Evaluation of the Energy Efficiency Improvement Potential through Bach-End Heat Recovery in the Kraft Recovery Boiler. *Energies*, 14(6).
- Salahi, N., & Jafari, M. A. (2016). Energy-Performance as a driver for optimal production planning. *Applied Energy*, 174, 88-100.
- Sowka, I., Pietrowicz, S., & Kolasinski, P. (2021). Energy Processes, System and Equipment. *Energies*, 14(6).