



**UNIVERSIDAD
DE CIENFUEGOS**
CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ

**República de Cuba
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
FACULTAD DE INGENIERÍA**

TESIS DE GRADO

En opción al título de Ingeniero Industrial

**GUIA PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGETICA EN LA
EMPRESA AVICOLA CIENFUEGOS, DIRECCION GENERAL,
BASADO EN LA NC ISO 50 001:2019.**

Autor: Eliany Martínez Molina

Tutores:

**MsC. Reinier Jiménez Borges
Dr.C Jenny Correa Soto**

Cienfuegos

2023

Declaración de autoridad



Facultad de Ingeniería

Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad de Cienfuegos, como parte de la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Industrial; autorizando para que el mismo sea utilizado para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total, además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la aprobación de la Universidad de Cienfuegos.

Firma del Autor

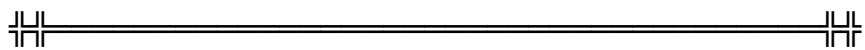
Los abajo firmantes certifican que el presente trabajo ha sido revisado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esa envergadura, referido a la temática señalada.

Información Científico Técnico

Nombre y Apellidos. Firma.

Firma del Vice Decano.

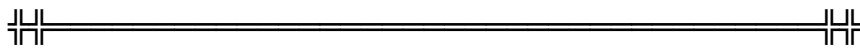
PENSAMIENTO



“Aprender es como remar contracorriente: en cuanto se deja, se retrocede. ”

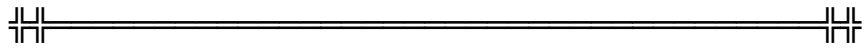
Edward Benjamín Britten

DEDICATORIA



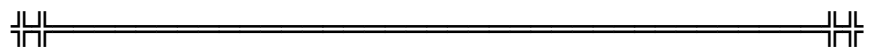
- A mi eterna bebé; Emma, por colmarme de risas en los tiempos difíciles.
- A mis padres Mireya y Alfredo, y a mi hermana Dayani por siempre apoyarme e incitarme a cumplir mis metas y sueños.
- A mi esposo Luis Miguel por estar siempre presente cuando más lo necesitaba.

AGRADECIMIENTOS



- A mis tutores Reinier Jiménez Borges y Jenny Correa Soto por su disposición a ayudarme desde el primer momento.
- A todos mis compañeros de aula, a los que llegaron al final conmigo y a los que no, por la amistad, las risas y al trabajo en equipo que compartimos en estos seis largos años.
- A mis compañeros en la empresa, por interesarse y ayudarme en este trabajo de curso, y en especial a mis compañeros de departamento.

RESUMEN

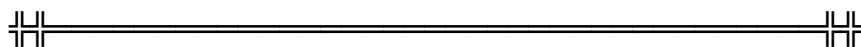


Resumen

La presente investigación tiene como objetivo fundamental proponer una guía para la mejora de la eficiencia energética en la Empresa Avícola Cienfuegos (EAC), específicamente en la dirección general basado en la NC-ISO 50 001:2019. Para ello se propone la etapa de planificación energética caracterizando cuales son los principales instrumentos a tener en cuenta para desarrollar dicha etapa. A partir de considerar como caso de estudio la EAC, específicamente la dirección general se determinó la estructura de gastos, los diagramas de control para el consumo de energía, se propuso una línea base energética y se calculó el indicador de desempeño energético para dicha dirección con la ayuda del excel. Finalmente se presentan las listas de chequeo a partir de las encuestas para determinar las barreras para la implementación de dicho sistema de gestión de la energía con la espera de a mediano y largo plazo resultados mayoritariamente positivos, para la reducción del consumo de energía eléctrica y contribución a mejora de la competitividad empresarial de la misma.

Palabras claves: consumo de energía, eficiencia energética, gestión de la energía indicador de desempeño energético, línea de base energética.

ABSTRACT



Abstract

The main objective of this research is to propose a guide for the improvement of energy efficiency in Empresa Avícola Cienfuegos (EAC), specifically in the general management based on NC-ISO 50 001:2019. For this purpose, the energy planning stage is proposed, characterizing which are the main instruments to be taken into account to develop this stage. Considering the EAC as a case study, specifically the general management, the cost structure was determined, the control diagrams for energy consumption, an energy baseline was proposed and the energy performance indicator for this management was calculated with the help of Excel. Finally, checklists are presented based on the surveys to determine the barriers for the implementation of this energy management system with the expectation of positive results in the medium and long term, mainly for the reduction of electric energy consumption and contribution to improve the business competitiveness of the company.

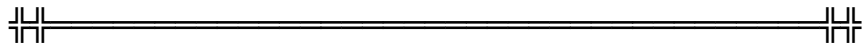
Keywords: energy consumption, energy efficiency, energy management, energy performance indicator, energy baseline.

Índice

Introducción	1
CAPÍTULO I: ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO O MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	5
1.1 Introducción al capítulo.....	5
1.2 Fundamentos de la gestión energética.....	6
1.3 Familia de Normas ISO 50 000 para la Gestión de la Energía.....	6
1.4 Caracterización de la empresa avícola Cienfuegos (EAC)	9
1.5 Herramientas para la planificación energética en sistemas de gestión de la energía según la Norma Cubana NC ISO 50 001: 2019.....	10
1.5.1 Revisión energética	11
1.5.1. a Análisis de los usos y consumos de energía.....	12
1.5.1. b Consumo de energía y producción en el tiempo (E-P vs. T).....	13
1.5.1. c Tendencia o Sumas Acumulativas (CUSUM)	13
1.5.1. d Identificación de las áreas de los usos significativos de la energía (USEn) ..	14
1.5.1. e Diagrama de Pareto	14
1.5.2 Oportunidades para mejorar el desempeño energético en la Organización	14
1.5.2. a Auditorías Energéticas	15
1.5.3 Línea de base energética (LBEn) y Línea Meta	16
1.5.4 Indicadores de desempeño energético (IDEn)	17
1.6 Conclusiones parciales del capítulo	17
CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA AVÍCOLA CIENFUEGOS (EAC). SITUACIÓN ENERGÉTICA.....	19
2.1 Caracterización de la Empresa Avícola Cienfuegos (EAC). Situación energética..	19
2.2 Metodología para la realización de revisiones energéticas basadas en la norma cubana ISO 50001:2019	21
2.3 Estructura de portadores energéticos para la EAC.....	22
2.4 Caracterización del consumo de energía para la EAC. Dirección general	25
2.5 Gráfico de control del consumo de energía en 2021-2022 para la dirección general	29
2.6 Línea de Base Energética (LBEn) e Indicador de Desempeño Energético (IDEn) en la dirección general	31
2.7 Conclusiones parciales del capítulo 2.....	34

CAPÍTULO 3. PROPUESTA DE MEJORAS PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE LA EAC	35
3.1 Encuesta a directivos para la implantación de sistemas de gestión energética según la norma NC ISO 50001:2019”	35
3.2 Encuesta a técnicos para la implantación de sistemas de gestión energética según la norma nc iso 50 001:2019”	39
3.3 Propuesta de mejoras.....	43
3.3.1 Propuestas de sustitución de lámparas fluorescentes por tecnología LED de bajo consumo	44
3.4 Conclusiones parciales del capítulo 3	46
Recomendaciones	48
Bibliografía.....	49
Anexos.....	0

INTRODUCCIÓN



Introducción

Un Sistema de Gestión de la Energía es una herramienta que ayuda a las organizaciones a establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su eficiencia energética, además de ser totalmente complementaria, compatible e integrable con otros modelos de gestión mayormente conocidos y con un gran número de certificaciones a nivel mundial como, el Sistema de Gestión de Calidad bajo la norma ISO 9 001 o el Sistema de Gestión Ambiental, a través de la norma ISO 14 001. (Guerra, 2018).

Es un conjunto de elementos que se relacionan e interactúan entre sí para definir una política y objetivos energéticos, los procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos.

Además, es la parte del sistema de gestión de una organización dedicado a desarrollar e implementar su política energética, así como a gestionar aquellos elementos de sus actividades que interactúan con el uso de la energía. Como lo señala la CONUEE (Comisión nacional para el uso eficiente de la energía-México): “la gestión de la energía prepara a una organización para conseguir un ahorro energético y de costo a través de la toma de decisiones informada y con la implementación de prácticas de ahorro de energía para las instalaciones, procesos, equipos y operaciones de la organización”. (Paiva, 2019).

La experiencia de Cuba en la implementación de políticas orientadas a la eficiencia energética, pasa en primer lugar por comprender que es un país con escasos recursos energéticos (petróleo, gas, carbón mineral o recursos hídricos). Por otro lado, el incremento de los costos de la energía son manifestaciones de la grave crisis política y económica en que está sumido el mundo de hoy y que repercute negativamente en el desarrollo industrial cubano. Por estas razones, es de suma importancia el uso racional y eficiente de la energía, sobre todo a partir de una mejor gestión. Como ejemplos de Sistemas de Gestión Energética en Cuba se pudiera mencionar la Empresa Cementos Cienfuegos S.A., en la que se desarrolló una experiencia con el objetivo general de integrar el sistema de gestión energética al sistema de gestión de la empresa. Se utilizaron diversas técnicas de recopilación de la información como tormenta de ideas, observación directa, revisión de documentos, entrevistas y cuestionarios. El procesamiento de los datos se realizó utilizando los software estadísticos, identificando las áreas, equipos y personal claves en el consumo y gastos de portadores energéticos; los índices de consumo adecuados que se pueden emplear como indicadores de desempeño energético de la empresa; el nivel de competencia en que se encuentra la misma en materia de gestión energética; y se propuso

un conjunto de elementos del sistema de gestión energética que deben ser integrados al sistema de gestión de la empresa.

En los centros universitarios también se han realizado acciones para comenzar la implementación de esta norma. Por ejemplo, en la Universidad de Cienfuegos en el 2011 se elaboró una norma empresarial de Gestión Energética utilizando la ISO 50 001 como norma de referencia. Ello incluyó la definición de indicadores de desempeño energético que permiten a la alta dirección la toma de decisiones para el uso racional y eficiente de los portadores energéticos adquiridos. Se determinaron las principales variables universitarias con influencias en el consumo de energía y se realizó un estudio estadístico de las mismas, proponiendo un grupo de indicadores de consumo particulares para esta entidad.

La Empresa Avícola de Cienfuegos con domicilio legal en Calle 2 NE # 4906- A es creada a través de la Resolución 214 /76 firmada por Rafael Francia Mesote Ministro de la Agricultura, con fecha 23 de diciembre de 1976 la cual establece su carácter nacional y subordinada a la Dirección Nacional de la avicultura del propio ministerio. Aplica el proceso de perfeccionamiento empresarial desde junio del 2001. Actualmente cuenta con 15 Unidades Empresariales de Base, 13 productivas, una de aseguramiento y una comercializadora.

La entidad posee una sólida tradición en la producción de carne y huevos de aves, que ha permitido satisfacer las demandas del mercado en Moneda Nacional atendiendo a la diversidad de clientes, haciendo uso de tecnología de avanzada y apoyada en la amplia experiencia adquirida a través del paso de los años. El contacto directo con las necesidades del mercado en el cual operamos y el esfuerzo constante por servir a los clientes ha llevado a reunir una amplia variedad de productos de alta calidad, mejorando el entorno social y la calidad de vida del personal involucrado en el proceso productivo.

Para llevar adelante con perseverancia y excelencia el proceso, contamos con un capital humano capacitado y comprometido a apoyar e impulsar el desarrollo de la actividad, lo cual ha permitido con un sostenido incremento de su desarrollo tecnológico incrementar los niveles de eficiencia y calidad en la producción avícola. En la EAC no se ha realizado un estudio energético basado en la NC ISO 50 001:2019 específicamente en la dirección general, que permita a largo plazo implementar la norma de gestión de la energía en dicha entidad, así como proponer oportunidades de mejoras de desempeño energético. Es necesario tener en cuenta que actualmente la empresa mantiene un consumo de energía promedio de 3 000 kWh/mes, por lo que representa un gasto de 9 600 pesos como promedio

mensual, siendo una brecha poder reducir en la medida de lo posible dicho consumo de energía, constituyendo además la situación **Problemática de la Investigación**

Problema de investigación

¿Es posible la mejora de la eficiencia energética en la EAC dirección general basado en la NC-ISO 50 001:2019?

Objetivo general:

Proponer una guía para la mejora de la eficiencia energética en la EAC dirección general basado en la NC-ISO 50 001:2019.

Objetivos específicos:

1. Realizar una búsqueda bibliográfica sobre los sistemas de gestión de la energía y su posible aplicación en la empresa avícola Cienfuegos, así como los fundamentos de la NC ISO 50 001:2019.
2. Desarrollar la caracterización energética de la dirección general basado en la NC-ISO 50 001:2019.
3. Detectar oportunidades de mejoras para el desempeño energético en dicha unidad.

Técnicas y métodos utilizados

Encuestas, Diagramas de Pareto, Gráficos de Control. Gráficos de Dispersión, Análisis estadístico de la información, etc.

- **Aporte fundamental de la investigación**

Presentar una caracterización energética en la dirección general basado en la NC-ISO 50 001:2019 que permita presentar la estructura de gastos, los diagramas de control para el consumo de energía, proponer una línea base energética, así como el indicador de desempeño energético para dicha entidad. Finalmente, otro aporte lo refleja la propuesta de aplicación de las encuestas para determinar las barreras que serán usadas en la implementación futura de dicho sistema de gestión de la energía, así como poder determinar los principales factores que afectan la eficiencia en la empresa y proponer medidas para disminuir el consumo energético.

- Estructura del trabajo.

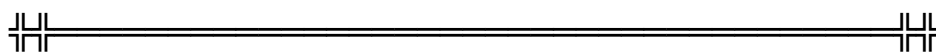
La investigación queda estructurada en tres capítulos los cuales se describen a continuación:

- Capítulo 1: Realizar una búsqueda bibliográfica sobre los fundamentos de la NC-ISO 50 001:2019, así como caracterizar la empresa avícola Cienfuegos.
- Capítulo 2: Se desarrolla una caracterización energética de la dirección general basado en la NC-ISO 50 001:2019 determinándose la estructura de gastos, los

diagramas de control para el consumo de energía eléctrica, la línea base energética, así como el indicador de desempeño energético para dicha entidad.

- Capítulo 3: Se analizan las principales barreras para la implementación futura de un SGen basado en la NC-ISO 50 001:2019 en la empresa.

CAPÍTULO I



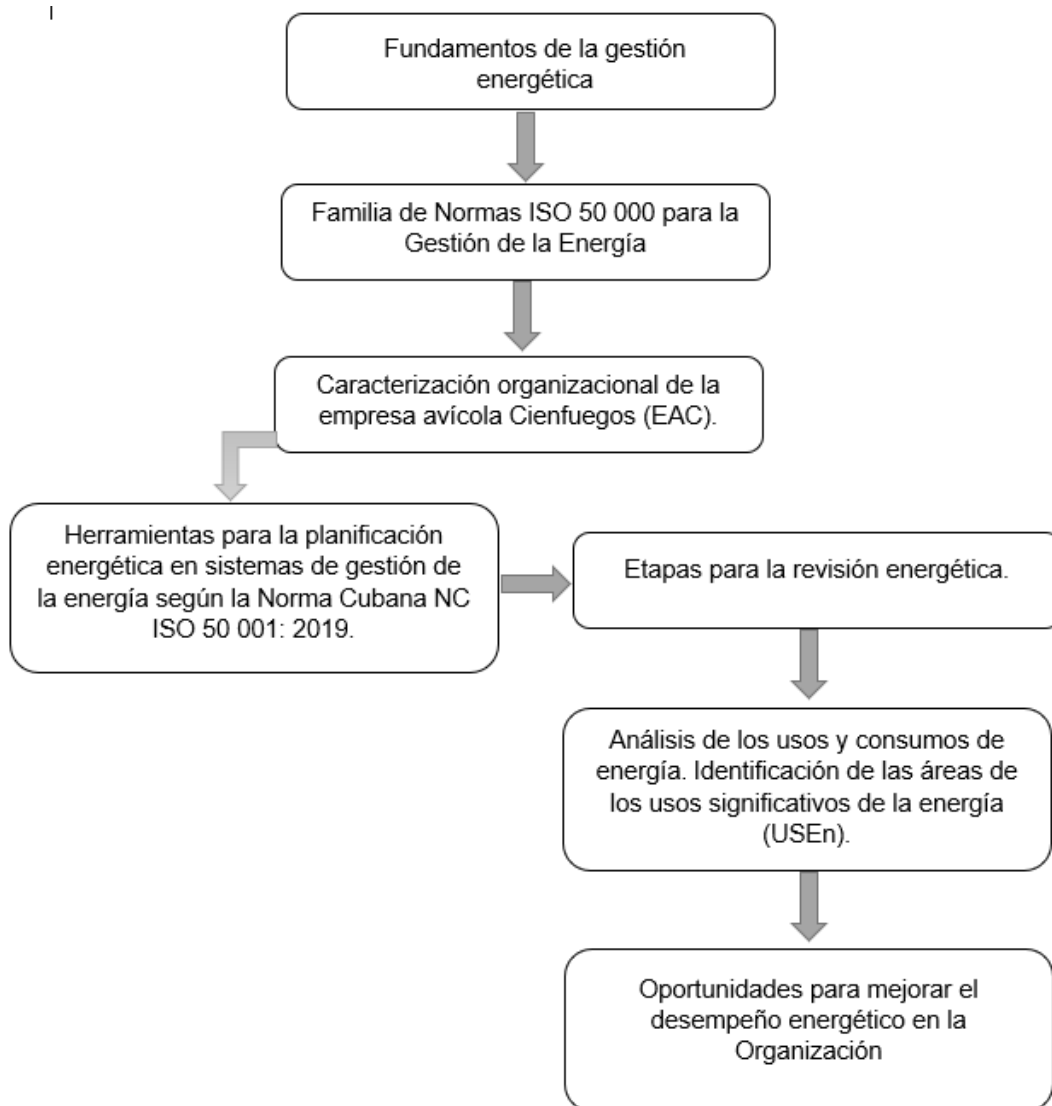
CAPÍTULO I: ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO O MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Introducción al capítulo

En este capítulo se describen los fundamentos generales de la gestión de la energía particularizando en la norma cubana NC ISO 50 001:2019. Se caracteriza además la empresa avícola Cienfuegos y se presentan las herramientas fundamentales para llevar a cabo la caracterización energética de la empresa, destacando cuales son las de mayor aplicación. En la figura 1.1 está representado el hilo conductor del marco teórico referencial de esta investigación.

Figura 1.1.

Hilo conductor de la investigación



Nota: (Elaboración propia)

1.2 Fundamentos de la gestión energética

La necesidad de gestionar o administrar la energía, busca racionalizar el uso de la misma a escala mundial para asegurar su sostenibilidad. La gestión energética es un tema crucial para todas las organizaciones, independientemente de su tipo o tamaño debido a los factores económicos, políticos, sociales y ambientales, todos los factores se resumen en el incremento de la eficiencia energética, quien produce beneficios concretos. Un SGE es una parte del Sistema Integrado de Gestión de una organización que se ocupa de desarrollar e implementar su política energética y de organizar los aspectos energéticos. Está directamente vinculado al sistema de gestión de la calidad y al sistema de gestión ambiental de una organización (ISO 9 001, 14 001). Se contempla la política de la entidad sobre el uso de la energía y cómo van a ser gestionadas las actividades, productos y servicios que interactúan con este uso normalmente bajo un enfoque de sostenibilidad y eficiencia energética, ya que el sistema permite realizar mejoras sistemáticas en el desempeño energético. (Echeandía, 2016).

Para la organización además de ser un reto es una meta implementar a largo plazo un SGE basado en la Norma ISO 50 001: 2019, experimentando mejoras continuas y optimizando procesos que permitan reducir los costos. Consecuente a esto disminuir la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

1.3 Familia de Normas ISO 50 000 para la Gestión de la Energía

Las normatividad que ampara este tema de los (SGE) se remonta a la norma europea UNE 216301:2007, (UNE, 2007) la cual fue anulada y dio paso a la ISO 50 001:2011, posterior a ello nace en su versión de actualización ISO 50 001:2019 (ISO, 2019) donde se incorporan aspectos de estructura de alto nivel, su principal función es lograr que la organización cumpla con los estándares establecidos en calidad y protección del medio ambiente, aportando también un valor a la gestión de la energía dentro de las organizaciones.

En la figura 1.2 se muestra el modelo del Sistema de Gestión de la Energía ISO 50 001.

Figura 1.2.

Modelo del Sistema de Gestión de la Energía.



Nota: (de Laire Peirano, 2013)

Además, existe toda una familia de las ISO 50 000 cuyo objetivo es establecer el proceso de certificación de un Sistema de Gestión de la Energía.

- La ISO 50 002 establece el procedimiento adecuado (principios y requisitos básicos) para la realización de auditorías energéticas. En cuanto a las líneas base, se hace referencia a ellas al indicar que deben utilizarse para evaluar las mejoras energéticas de la Organización.

Los requisitos específicos para la competencia, consistencia e imparcialidad en la auditoría y la certificación de sistemas de gestión energéticos se recogen en la ISO 50 003. Dichos sistemas de gestión energéticos determinan y ajustan líneas base con las que comparar los resultados para evaluar la eficiencia energética.

- La ISO 50 003 recoge los requisitos que deben cumplir los organismos de certificación que realizan las auditorías y certificación de Sistemas de Gestión de la Energía.
- La ISO 50 004 proporciona una guía para el establecimiento, la implementación, el mantenimiento y la mejora de los sistemas de gestión energética. Según esta norma, las revisiones energéticas suministran la información y los datos necesarios

para el establecimiento de las líneas bases energéticas. Dichas líneas deben expresar mediante una relación matemática la relación del consumo de energía como función de una serie de variables relevantes. Debe ser un modelo ingenieril, un promedio o un dato de consumo en caso de no existir variables destacadas.

- La ISO 50 006 se centra en la medición del rendimiento energético utilizando líneas de base de energía e indicadores de desempeño energético.
- La ISO 50 015 tiene como objetivo establecer un conjunto de principios y directrices que se utilizarán para la medición y verificación (M&V) de la eficiencia energética de una entidad o sus componentes.

Existe por tanto toda una gama de posibles enfoques, metodología y herramientas para el establecimiento, mantenimiento y mejora de un Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) como exige la referida norma. Otra ventaja que conlleva la certificación energética es que, debido a la importancia concedida a la mejora continua, ofrece un control y seguimiento sobre los aspectos energéticos. Se puede demostrar un uso más eficiente y sostenible de la energía, que conllevará a su vez a una reducción de costos. Debido a las razones anteriores es de vital importancia para la empresa un estudio energético basado en la norma cubana NC ISO 50 001:2019, siendo utilizada a escala mundial y en grandes e importantes procesos productivos y, por lo tanto, es sumamente decisivo para el desarrollo del país. En la figura 1.3 se muestra la familia de la ISO 50 001.

Figura 1.3.

Familia de la ISO 50 000.



Nota: (Díaz, 2016)

1.4 Caracterización de la empresa avícola Cienfuegos (EAC)

La Empresa Avícola de Cienfuegos se encarga de producir y comercializar de forma mayorista: Aves vivas, huevos de aves , carnes de aves, subproductos avícolas , embutidos y ahumados, en moneda nacional, así como producir y comercializar de forma minorista a través de Mercados Agropecuarios Estatal y feria, aves vivas y otros animales de las distintas especies de ganado menor, incluyendo sus carnes, huevos de cáscara marrón y huevo de cáscara blanca no balanceable, huevos de codorniz, subproductos avícolas y productos agropecuarios en moneda nacional.

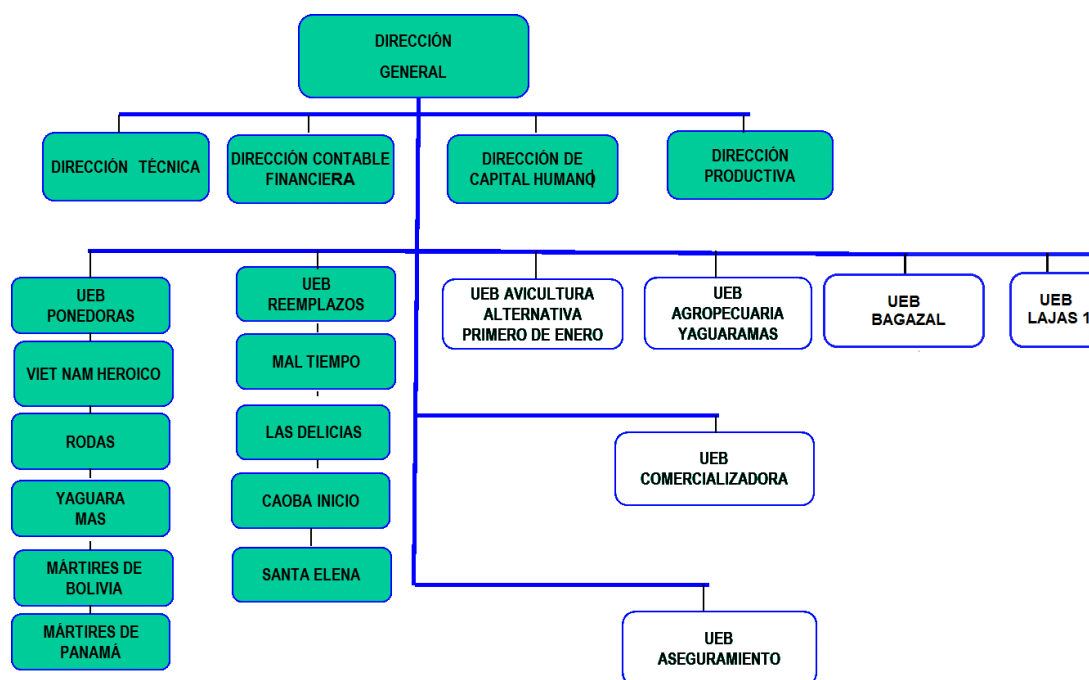
La misión fundamental es producir y comercializar con efectividad huevos, carne de aves y otros productos avícolas en el territorio nacional con una cultura de calidad y recursos humanos preparados que asegure la competitividad y seguridad de los clientes. Los principales productos y/o servicios son:

- Huevo de gallina Ponedora
- Huevo de otras especies. (Alternativa)
- Pollo Pie de Cría.
- Pollo Criollo de un día.
- Pollo criollo de más de un día.
- Pavos de Ceba.
- Codorniz.
- Guineo de un día.
- Pollo sacrificado.
- Gallina sacrificada.
- Aves de reemplazo ponedoras.
- Gallos Inicio.
- Guineos reproductores.
- Huevo Cáscara Marrón.
- Huevo de Codorniz.
- Producciones agrícolas. Viandas, hortalizas y vegetales.

El organigrama de la empresa avícola Cienfuegos se presenta en la Figura 1.4

Figura 1.4.

Organigrama de la empresa avícola Cienfuegos.



Nota: (EAC Cienfuegos)

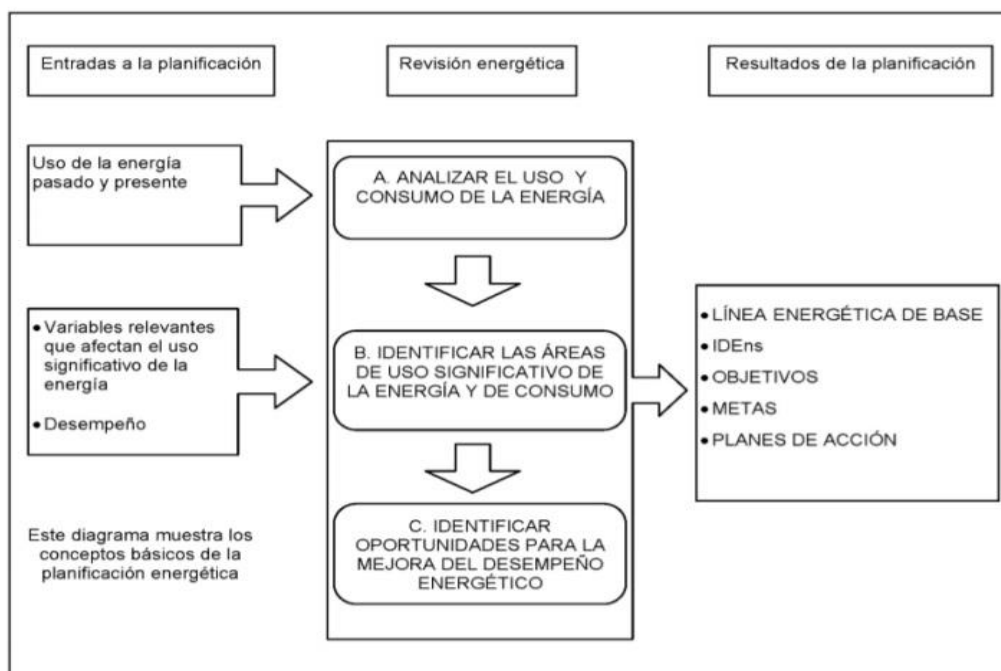
1.5 Herramientas para la planificación energética en sistemas de gestión de la energía según la Norma Cubana NC ISO 50 001: 2019

En términos generales, Planear en un sistema de gestión, implica la identificación de un problema u oportunidad y a partir de allí, la planificación de las acciones necesarias para resolver dicho problema o para aprovechar la oportunidad. En un sistema de gestión de la energía, el proceso de planificación es medular para todo el sistema, tanto por su alto componente teórico como por los resultados que de él se obtienen. El proceso de planificación comienza por conocer en detalle la situación energética de la organización a partir de mediciones y análisis de todas las actividades y factores que afectan el desempeño energético. (Nordelo & Caminos, 2013).

Esto posibilita identificar oportunidades de mejora y establecer los objetivos, metas y planes de acción para la mejora continua del desempeño energético y elementos centrales del sistema de gestión. En la figura 1.5 se muestra el Diagrama conceptual del proceso de planificación energética.

Figura 1.5.

Diagrama conceptual del proceso de planificación energética.



Nota: (Alarcón, 2012)

1.5.1 Revisión energética

En la revisión energética se deben determinar cuáles son los consumos energéticos significativos. Para ello, cada organización deberá establecer una metodología y criterios para la evaluación de su nivel de significancia de manera que se determine cuando un uso o un consumo de energía son relevantes. La metodología y los criterios utilizados para la misma deben estar documentados. Para realizar esta revisión es necesario determinar los usos pasados y presentes de la energía, utilizando para ello mediciones y otros datos. Basándose en estos datos hay que identificar las actividades/operaciones, productos y servicios, equipos y/o sistemas con impacto significativo en el desempeño energético. Posteriormente hay que llevar a cabo una identificación de las oportunidades de mejora detectadas. Las oportunidades pueden tener relación con fuentes potenciales de energía, la utilización de energía renovable u otras fuentes alternativas tales como la energía desperdiciada.

En resumen, es necesario conocer que equipos consumen energía, el establecimiento de los consumos energéticos es el primer paso de la implantación, y para ello es necesario medir. Puede ser necesaria la realización de una auditoría energética inicial, para complementar la revisión energética. La auditoría energética va a determinar cuáles son los

principales procesos consumidores de energía, y permite realizar una adecuada segmentación de consumos, así como una correcta distribución de los mismos que ayude en la identificación de los usos de la energía y en el establecimiento de criterios de evaluación de los mismos. La revisión energética debe actualizarse a intervalos definidos, usualmente con frecuencia anual, o en respuesta a cambios sustanciales en los procesos tecnológicos, sistemas o equipos energéticos, conservando registros de las revisiones energéticas realizadas.

1.5.1. a Análisis de los usos y consumos de energía

El objetivo central de este requisito es seleccionar los criterios que permitan distinguir los usos significativos de la energía. Algunos criterios de evaluación de los consumos energéticos se muestran a continuación:

- Según el tamaño del uso o consumo energético dentro del proceso. Es decir, un consumo energético puede ser significativo siempre y cuando represente un determinado peso del total de consumo de energía de la evaluación.
- Según su desarrollo histórico. Es decir, un consumo energético podrá ser más o menos significativo si se ha disparado en el tiempo, si se mantiene o si por el contrario disminuye.
- Según su potencial de mejora. Si lo presenta, puede ser catalogado como significativo por un tiempo hasta que el mismo ya no pueda mejorarse más. Este criterio de evaluación puede ser muy útil para el establecimiento de los objetivos y metas fijados.
- Según el porcentaje de emisiones contaminantes que representa en el total de la instalación.

Por ello, a modo de ejemplo, un uso o un consumo puede ser significativo si:

- Su peso dentro del uso total de la energía en la organización es grande.
- Si permite el empleo de energías renovables.
- Si ha experimentado una tendencia alcista.
- Si representa una alta proporción de las emisiones de GEI en la organización.
- Existe un uso más eficiente. Implantación de la norma ISO 50 001.

La identificación de los puntos significativos en la gestión energética puede realizarse mediante la definición de una matriz de usos y consumos de la energía, en la que se definirán dichos consumos, los factores energéticos asociados a esos consumos, el método de medida, el consumo actual y el potencial de ahorro significativo. Todos estos datos permiten decidir si el uso o consumo es significativo.

En procesos complejos, puede definirse una matriz de usos y consumos de la energía para cada una de las unidades operativas, en lugar de una sola general. Esta matriz facilita el análisis energético global al desglosarlo en unidades menores y posibilita la organización independiente de los equipos implicados en la gestión energética. (Alarcón, 2012).

1.5.1. b Consumo de energía y producción en el tiempo (E-P vs. T)

Este representa la variación de la energía y producción de cualquier organización según un periodo o periodos de tiempo, pueden ser mensual, trimestral y anual, dependiendo del historial que maneje la organización. Se realiza para cada portador energético importante de la empresa y también puede establecerse a nivel de equipos o área.

La utilización es de suma importancia dado que la entidad podrá evidenciar si está siendo eficiente en su consumo energético respecto a la producción tenida en ese periodo específico. Por otro lado, es fundamental a la hora de buscar las metas que una empresa pueda llegar a proponerse y que se puedan cumplir. (Villafrades & Muñoz, 2020).

A continuación, se presentan algunas de las utilidades de los diagramas energéticos-productivos:

- Muestra la relación entre las diferentes etapas del proceso productivo y las etapas mayores consumidoras por tipo de portador energético.
- Muestra donde se encuentran concentrados los rechazos de materiales y los efluentes energéticos no utilizados.
- Muestra las posibilidades de uso de efluentes energéticos en el propio proceso productivo.
- Muestra las posibilidades de cambio en la programación del proceso o introducción de modificaciones básicas para reducir los consumos energéticos.
- Facilita el establecimiento de indicadores de control por áreas, procesos y equipos mayores consumidores.
- Permite determinar la producción equivalente de la empresa.

1.5.1. c Tendencia o Sumas Acumulativas (CUSUM)

Se utiliza para monitorear la tendencia de una entidad respecto a sus variaciones acerca del consumo energético respecto a un periodo definido. A partir del CUSUM se puede determinar la cantidad de energía que se ha dejado de consumir o en su defecto se ha sobre consumido hasta el momento de su actualización. A continuación, se muestra la ecuación 1 de tendencia o sumas acumulativas CUSUM.

$$\text{CUSUM} = ((E_{\text{real}} - E_{\text{tendencia}})I + (E_{\text{real}} - E_{\text{tendencia}})I - 1) \quad (1)$$

En el caso que este indicador tenga una tendencia negativa quiere decir que la entidad lleva una inclinación hacia la eficiencia en un proceso lo cual es lo adecuado, dado que la suma acumulada de los consumos energéticos respecto a la base es inferior. Lo que traduce en disminución del consumo energético (ahorro). (Villafrades & Muñoz, 2020).

1.5.1. d Identificación de las áreas de los usos significativos de la energía (USEn)

Los usos significativos de energía son aquéllos que tienen un consumo sustancial de energía y/o que ofrecen un alto potencial de mejora en el desempeño energético, por lo que son los puntos en los que la organización debe enfocar su gestión.

Lo más común es identificar los usos significativos de energía, basado en aquéllos que tienen la mayor porción del consumo de energía o bien, en términos de costo. Sin embargo, si una organización tiene un grado de madurez elevado en la gestión de la energía y ya ha implementado oportunidades de mejora en aquellas áreas que reúnen una mayor porción del consumo energético total de la organización, puede definir como áreas de uso significativo de la energía, aquellas donde el potencial de mejora del desempeño es mayor.

1.5.1. e Diagrama de Pareto

Con el diagrama de Pareto, se analiza diferentes problemas de calidad en la empresa donde de manera general se describen el 80 % de los problemas y el 20 % de las causas. Esta relación 80-20 fue nombrada como Principio de Pareto o Ley de Pareto. En el caso de un sistema de gestión de la energía este diagrama sirve para identificar cuáles son los usos significativos de la energía. Conociendo esto se puede atacar el problema de ahorro energético de manera más específica, lo que quiere decir que se puede atacar con más certeza los procesos o equipos, en los cuales no hay eficiencia energética, o se tenga una mayor cantidad de oportunidades de mejora. (Villafrades & Muñoz, 2020).

En el momento de realizar el diagrama de Pareto, este presenta una visión objetiva de las causas que se deben trabajar para que la entidad pueda cumplir de la mejor manera la norma ISO 50 001.

1.5.2 Oportunidades para mejorar el desempeño energético en la Organización

La identificación de oportunidades para mejorar el desempeño energético es un elemento fundamental dentro del Sistema de Gestión de la Energía, y debe ser un proceso continuo para que pueda contribuir eficazmente al mejoramiento permanente del desempeño energético de la organización.

Se debe elaborar un inventario (lista) de todas las oportunidades o ideas para ahorrar energía. Es importante darse cuenta de que este inventario es una base de datos activa y que crecerá continuamente. Es el principal instrumento de mejora continua del SGen. La

lista de oportunidades de energía incluye, para cada oportunidad, por lo menos los siguientes datos:

- Número de identificación.
- Breve descripción de la oportunidad. Debería ser lo más específica posible, y concretar en una acción.
- Ámbito de la oportunidad, es decir, combustibles, electricidad, gestión, aire comprimido, etc.
- Ahorros potenciales en términos de energía, dinero, emisiones de carbón y otros beneficios posibles.
- Persona responsable de concretar la oportunidad.
- Estado de la oportunidad, es decir, idea, aprobada, suspendida, pospuesta, en curso, ejecutada, cerrada.
- Fechas, hay una serie de fechas importantes en el ciclo de vida de cada una de las oportunidades incluyendo iniciación, plazo de ejecución, ejecución.
- Método de verificación de los ahorros, es decir ¿cómo se determinará si la oportunidad logró los ahorros estimados?

Deben revisarse las prácticas operacionales para determinar cómo mejorarlas, así como los aspectos tecnológicos para identificar oportunidades de mejora a través de inversiones en remodelaciones o introducción de nuevos equipos y tecnologías cada vez más eficiente. Las oportunidades de mejora no solo se limitan a aspectos técnicos, también deben incluir temas estructurales y organizacionales relacionados con el uso y el consumo de la energía, revisión de las tarifas y las contrataciones de los servicios de energía.

1.5.2. a Auditorías Energéticas

La auditoría energética (o diagnóstico energético) constituye una etapa básica, de máxima importancia dentro de todas las actividades incluidas en la organización, seguimiento y evaluación de un programa de ahorro y uso eficiente de la energía, el que a su vez constituye la pieza fundamental en un sistema de gestión energética.

Según la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME, 2007), una Auditoría Energética es un análisis que refleja cómo y dónde se usa la energía de una instalación industrial con el objetivo de utilizarla racional y eficientemente. Ayuda a comprender mejor cómo se emplea la energía en la empresa y a controlar sus costos, identificando las áreas en las cuales se pueden estar presentando despilfarros y en dónde es posible hacer mejoras. Es una evaluación técnica y económica de las posibilidades de reducir el costo de la energía de manera rentable sin afectar la cantidad y calidad de su producto.

El éxito de una auditoría energética no sólo depende de que sea realizada por un buen consultor, sino que se requiere la participación de la empresa en la auditoría, el compromiso de la empresa con la eficiencia energética y constituir una buena contraparte técnica.

La participación de la empresa en la auditoría debe concretarse mediante la asignación de uno o más profesionales y técnicos con buen conocimiento de los procesos que serán parte de la auditoría y entendimiento de las demandas de energía respectivas, para colaborar con el consultor en el levantamiento de información en terreno, mediciones, etc. y en los análisis respectivos.

El compromiso de la empresa debe manifestarse mediante una persona de nivel gerencial con poder de decisión que tenga la autoridad suficiente para asignar recursos a la eficiencia energética. En la auditoría, dicha persona debe permitir el acceso del consultor a la información y a hacer las mediciones que sean necesarias en los procesos; en las etapas posteriores a la auditoría, es decir, la fase de implementación de opciones de Eficiencia Energética, debe asignar y proporcionar los recursos necesarios para que dichas medidas se concreten: crear cargos responsables de la Eficiencia Energética en el organigrama de la empresa, asignar presupuesto anual a la Eficiencia Energética, proporcionar capital y conseguir financiamiento para opciones que requieran estudios de ingeniería más profundos o inversiones en equipos y tecnología, etc.

La empresa debe tener una contraparte técnica válida para el consultor, es decir, con conocimiento de los procesos y sus demandas de energía, con un nivel profesional comparable al del consultor, para revisar cuidadosamente los informes que entrega el consultor que hace la auditoría energética. Ambas partes deben procurar que la auditoría se realice correctamente. La contraparte técnica debe tener comunicación directa con el personal de la empresa que colabora con el consultor en el levantamiento de información y con los cargos gerenciales involucrados. Por otro lado, el trabajo de la contraparte debe ser complementario al trabajo del consultor.

1.5.3 Línea de base energética (LBEn) y Línea Meta

La línea base energética es el escenario de análisis relativamente más sencillo, pues implica que se cuenta con información histórica de las variables que componen el indicador, o bien, datos sobre el mismo. Esta línea base es una referencia cuantitativa con la cual se necesita a la hora de realizar las comparaciones imprescindibles en el desempeño energético. Se halla partiendo de los datos medidos, los cuales se utilizan para hallar una función de regresión lineal la que describe el consumo energético de una entidad y está

relacionada con la producción que se tenga en la misma. A continuación, se muestra la ecuación 2 de Línea Base Energética.

$$E = m * P + E_o \quad (2)$$

Dónde:

E = Energía consumida [kWh]

m = Pendiente de la función [energía / producción]

P = Producción correspondiente de la entidad

E_o = Energía no asociada a la producción

La línea meta es el objetivo cuantitativo que el programa o proyecto se compromete alcanzar en un periodo determinado por el usuario. Asimismo, la línea meta se obtiene tomando los puntos por debajo de la línea base ya que son los puntos más eficientes. A partir de los consumos y datos de producción de estos periodos se elabora la ecuación de energía meta usando como referencia la misma pendiente de la línea base, en el que la organización valide el buen desempeño energético. (Villafrades & Muñoz, 2020). Mediante esta, se puede conocer el modelo de comportamiento con el cual se va a realizar los análisis correspondientes para posteriormente hallar la línea meta que es idónea para la entidad.

1.5.4 Indicadores de desempeño energético (IDEn)

Estos indicadores son determinados por la organización dado que permiten controlar y monitorear los procesos en los que se evalúa el desempeño. Estos sirven para alertar sobre las desviaciones que se obtuvieron, también puede utilizarse estos indicadores para medir la efectividad y los resultados que tiene el sistema de gestión energético al compararlos con la base energética obtenida.

De igual forma, la organización puede escoger cuales son los indicadores de desempeño energético (IDEn) que le sean más necesarios a la hora de la revisión energética para que posteriormente puedan contrastarse de la manera más adecuada ya sea con la base o con las metas planeadas.

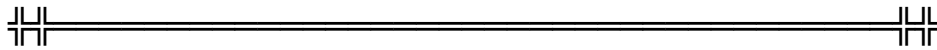
1.6 Conclusiones parciales del capítulo

1. La implementación de los sistemas de gestión energética eleva la eficiencia energética y reduce los costos, ya que se basa en el criterio de estar mejorando continuamente y constituye la plataforma de partida para la administración eficiente y uso adecuado de la energía.
2. La NC-ISO 50 001:2019 es el instrumento adecuado para planificar y monitorear el consumo de portadores energéticos en la organización, de ahí la importancia de su utilización en aras de hacer más eficiente el consumo de energía dentro de la

empresa avícola Cienfuegos, reduce los costos, además de disminuir considerablemente la emisión de gases de efecto invernadero a la atmosfera.

3. Esta herramienta impacta positivamente en la reducción de los gastos en la empresa, fundamentalmente en el consumo de energía.

CAPÍTULO II



CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA AVÍCOLA CIENFUEGOS (EAC). SITUACIÓN ENERGÉTICA

2.1 Caracterización de la Empresa Avícola Cienfuegos (EAC). Situación energética

La Empresa Avícola Cienfuegos (EAC) perteneciente al Ministerio de la Agricultura, sector económico: agropecuario, rama ganadería, subrama avícola, con domicilio legal en la calle 2 NE # 4906 – A e/ 49 Y 51, en la ciudad de Cienfuegos, con e-mail: dirección @a5.cf.geg.cu, fax: 516950, teléfono: 516950, pertenece al Grupo Empresarial de Alimentos y Aves (GEALAV).

El objeto social de la EAC fue aprobado por la Res. 769/2005 del MEP y plantea:

- Producir y comercializar de forma mayorista: aves vivas, huevos de aves, carne de aves, subproductos avícolas, embutidos y ahumados.
- Producir y comercializar de forma minorista a través del mercado agropecuario estatal y ferias, aves y otros animales de las distintas especies de ganado menor, incluyendo sus carnes, huevos de cáscara marrón, huevos de cáscara blanca no balanceable, huevos de codorniz, subproductos avícolas y productos agropecuarios.
- Prestar servicios especializados de transportación de piensos y sus materias primas.
- Comercializar de forma mayorista sacos vacíos de propileno, nuevos y recuperados al sistema de la agricultura.
- Producir y comercializar de forma mayorista productos agropecuarios y medicamentos avícolas al sistema de la Agricultura y a terceros.
- Comercializar de forma minorista a sus trabajadores excedentes de productos agropecuarios autorizados.
- Brindar servicios de transporte de carga por vía automotor.
- Ofrecer servicios de incubación.
- Prestar servicios de alquiler de equipos.
- Brindar servicios de comedor, cafetería y recreación a trabajadores del sistema.
- Realizar la construcción y reparación de viviendas a los trabajadores del sistema.
- Brindar servicios de alquiler de áreas y locales.
- Producir y comercializar de forma mayorista materiales alternativos de construcción al sistema y efectuar la venta minorista a los trabajadores de la entidad.

Dentro de los principales proveedores de la EAC se encuentran:

1. Empresa Productora de Piensos de Cienfuegos.
2. Empresa Integral Forestal de Cienfuegos.
3. Empresa de Aseguramiento de Servicios e Insumos a la Ganadería "EASIG"
4. Empresa Nacional "Celso Stakerman".
5. LABIOFAN.

Figura 2.1.

Mapa de Procesos de la EAC.



Nota: (EAC Cienfuegos)

Principales Clientes de la EAC:

Comercio Interior Provincial.

EPIA Cienfuegos.

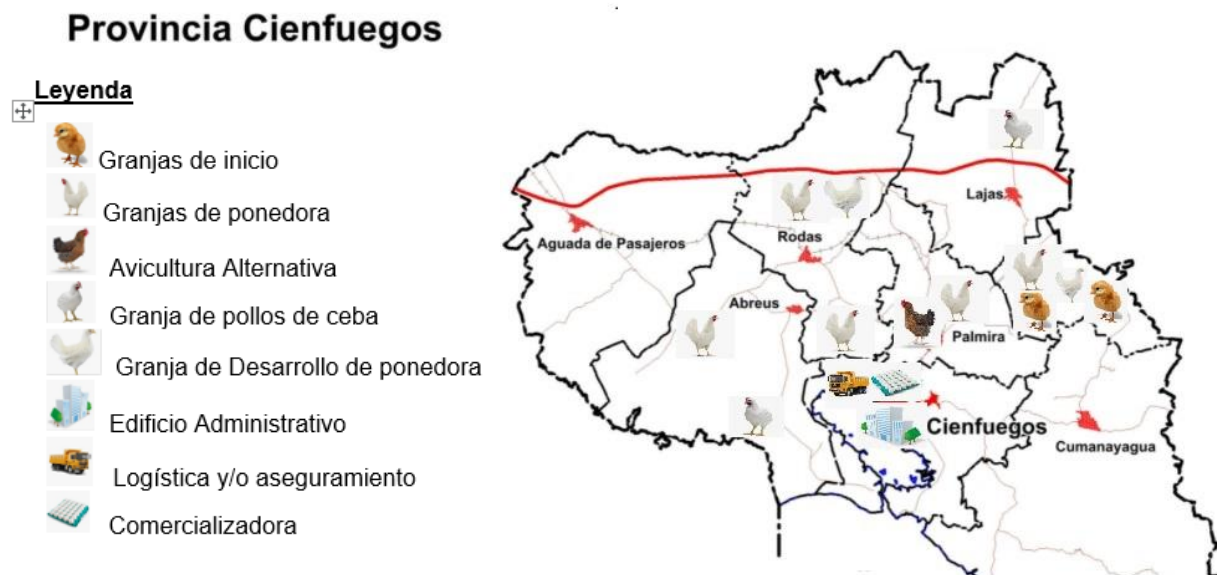
Educación Provincial.

Salud Provincial.

La empresa cuenta con un total de 15 Unidades Básicas Empresariales (UEB), detalladas en la figura 1.4, ubicadas geográficamente en la provincia tal y como se muestra en la figura 2.2:

Figura 2.2.

Distribución de las UEB dentro de la provincia de Cienfuegos.



Nota: (EAC Cienfuegos)

2.2 Metodología para la realización de revisiones energéticas basadas en la norma cubana ISO 50001:2019

Según (ONURE, 2021), cualquier organización que desee gestionar su energía según los criterios de NC ISO 50001:2019 debe comenzar por realizar una revisión energética donde básicamente se analice cómo se está usando y consumiendo la energía. El tiempo de cada revisión energética estará en correspondencia con la complejidad de la instalación, los especialistas y los instrumentos de medición disponibles. La metodología empleada para la realización de dicha revisión energética fue desarrollada en el marco del Programa de Apoyo a la Política de Energía en Cuba y su Proyecto de eficiencia energética financiado por la Unión Europea. Esta propone una guía paso a paso para la realización de las revisiones energéticas iniciales en las organizaciones que implementarán sistemas de gestión de la energía (SGEn) en el país dándole cumplimiento al Programa de Desarrollo y Sostenibilidad para las Fuentes Renovables y la Eficiencia Energética en un periodo de 5 años, establecido en el Decreto ley 345/2017.

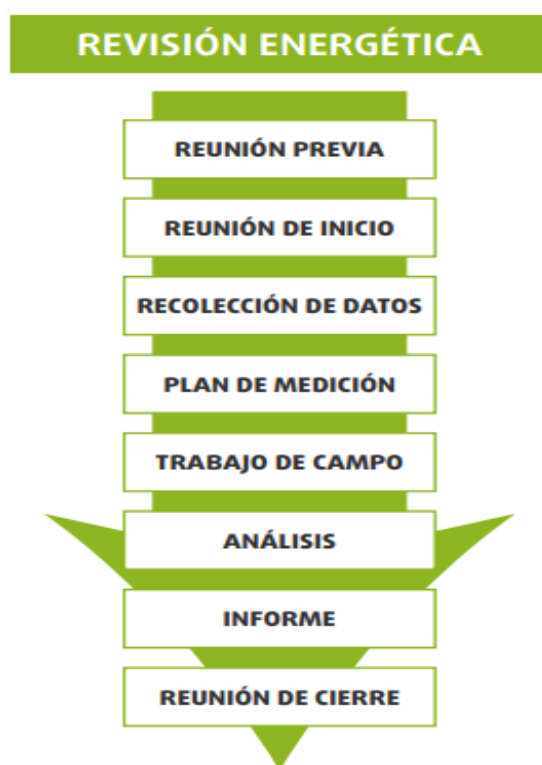
La metodología ha respetado la estructura del requisito 6.3 de la NC ISO 50001:2019 siguiendo con la mayor precisión posible los pasos que las organizaciones deben transitar

en la realización de las revisiones energéticas como paso inicial de la implementación de un SGE.

Los pasos para la correcta ejecución de una revisión energética con los cuales los trabajos se desarrollarán de manera ordenada y previamente fijada, permitiendo llevar a cabo de manera eficiente un análisis de la realidad energética de la instalación, lo cual permitirá idear, adoptar y ejecutar soluciones de eficiencia energética de una manera más sencilla, son los siguientes (consultar figura 2.3):

Figura 2.3.

Etapas de la metodología para la revisión energética.



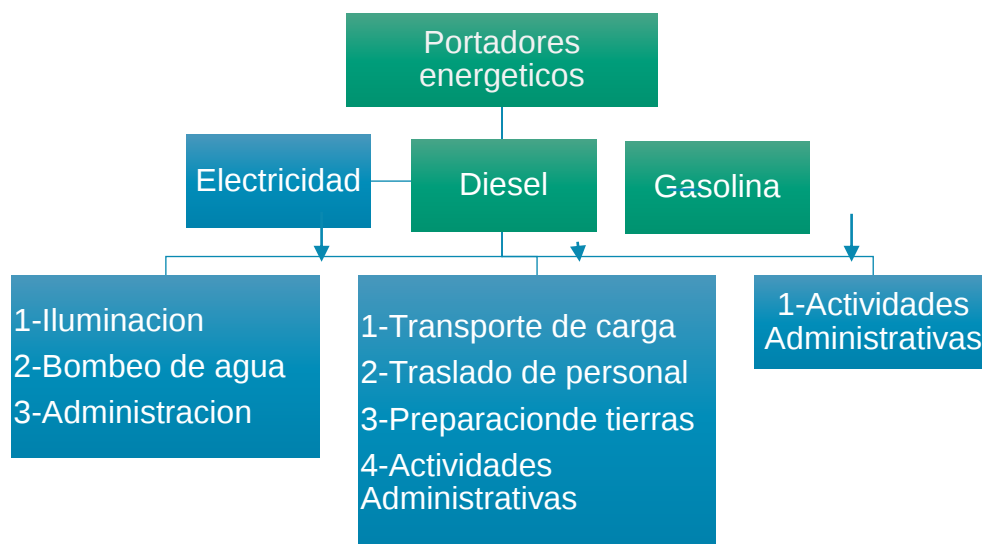
Nota: (ONURE, 2021)

2.3 Estructura de portadores energéticos para la EAC

La EAC cuenta con tres portadores energéticos fundamentales (Electricidad, Diésel y Gasolina). La electricidad se utiliza para la iluminación, bombeo de agua y para la administración de manera general. El diésel y gasolina por su parte son utilizados para el transporte de carga, traslado del personal y otras actividades administrativas. La figura 2.3 presenta a partir de un diagrama de bloque un resumen del uso de los portadores energéticos.

Figura 2.4.

Utilización general de los portadores energéticos de la EAC.



Nota: (Elaboración propia)

La tabla 2.1 presenta la estructura para la determinación de las Toneladas de Combustible Convencional (TCC) de cada uno de los portadores energéticos presentes. Para la EAC el consumo de diésel en el 2021 representó el 59,36 % del total de portadores, en esta empresa la trasportación representa un papel fundamental por el objeto social de la misma que es la comercialización, la electricidad por su parte representa el 37,36 %, inferior, pero de importancia debido a la necesidad de la reducción de los consumos energéticos.

Tabla 2.1.

Estructura de portadores energéticos para la EAC en el año 2021.

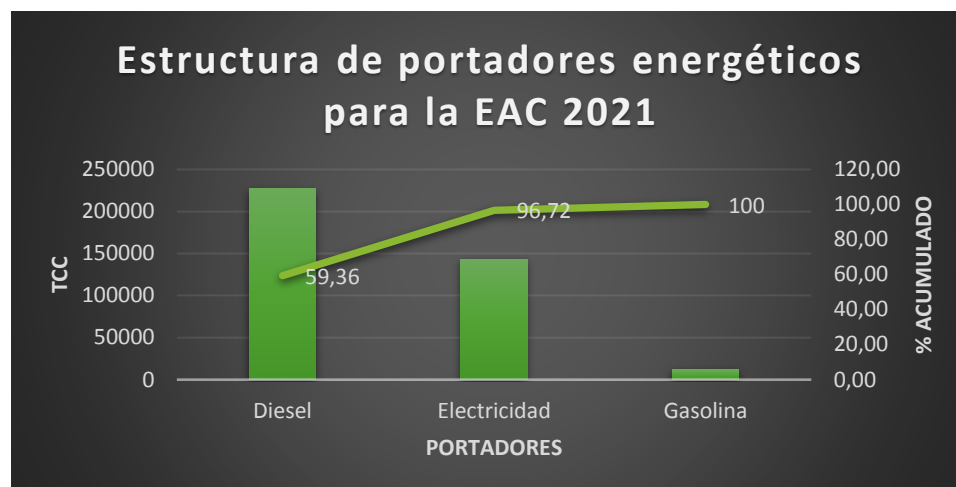
Portadores	U/M	Consumo	FC	TCC	%	%acumulado
Diésel	lts	215 690	1,0534	227 207,85	59,36	59,36
Electricidad	kWh	461 262	0,31	142 991,30	37,36	96,72
Gasolina	lts	11 426	1,0971	12 535,46	3,28	100
Total				382 734,61	100	

Nota: (Elaboración propia)

La figura 2.5 presenta a partir de un diagrama de Pareto la estructura de los portadores energéticos para la EAC en el año 2021. Como se observa el diésel y la electricidad conjuntamente representan el 96,72% del total de consumo de portadores de esta empresa.

Figura 2.5.

Estructura de portadores energéticos para la EAC en el año 2021.



Nota: (Elaboración propia)

El consumo de diésel para el 2022 (Tabla 2.2) representa el 61,44 % del total de portadores, superior en un 2,01% al 2021, la electricidad por su parte representa el 36,32 %.

Tabla 2.2.

Estructura de portadores energéticos para la EAC en el año 2022.

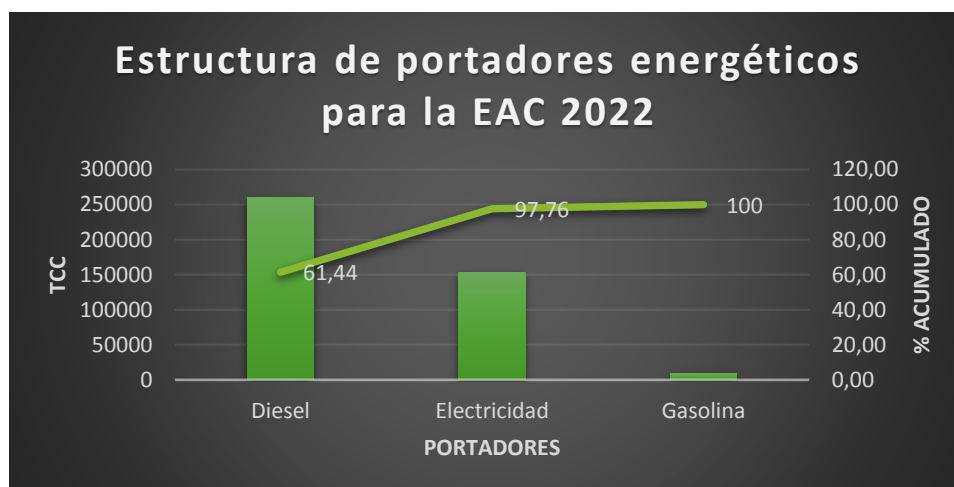
Portadores	U/M	Consumo	FC	TCC	%	%acumulado
Diesel	lts	246 528	1,0534	259 692,60	61,44	61,44
Electricidad	kWh	495 267	0,31	153 532,76	36,32	97,76
Gasolina	lts	8 619	1,0971	9 455,91	2,24	100
Total				422 681,26	100	

Nota: (Elaboración propia)

La figura 2.6 presenta a partir de un diagrama de Pareto la estructura de los portadores energéticos para la EAC en el año 2022. Como se observa el diésel y la electricidad conjuntamente representan el 97,76 % del total de consumo de portadores de esta empresa muy similar a lo representado en el año 2021.

Figura 2.6.

Estructura de portadores energéticos para la EAC en el año 2022.



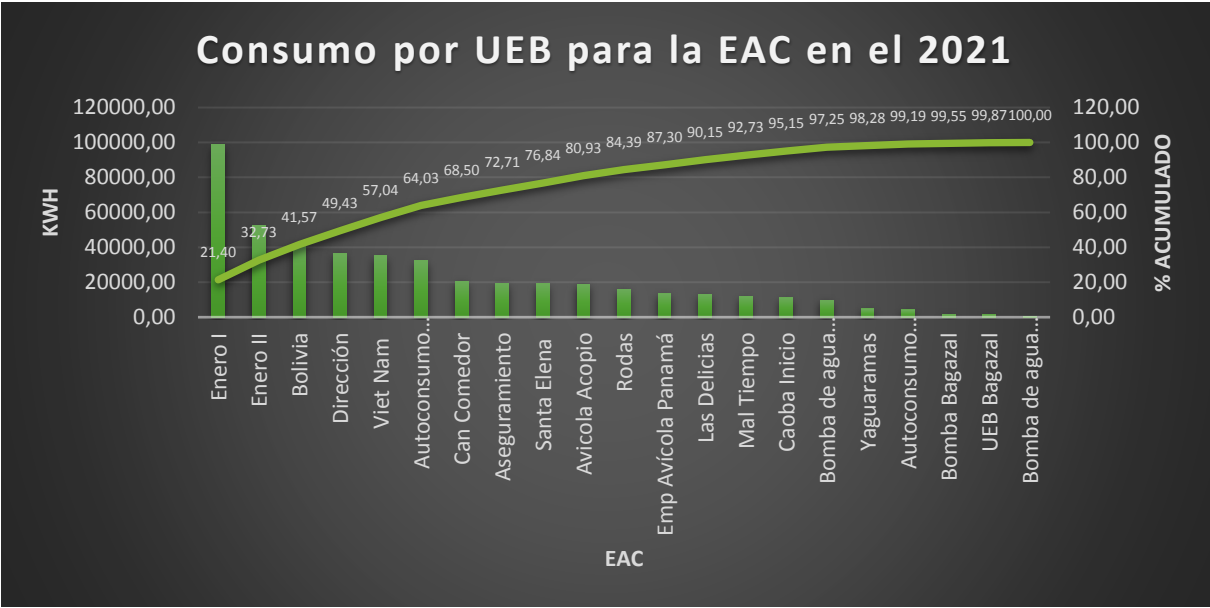
Nota: (Elaboración propia)

En este estudio a partir de una solicitud administrativa, se desarrollará la caracterización de la energía eléctrica con vistas a proponer un conjunto de medidas para mejorar la eficiencia energética, dicha EAC no cuenta hasta el momento con ningún estudio energético similar por lo que sirve como base para futuras investigaciones en el tema.

2.4 Caracterización del consumo de energía para la EAC. Dirección general

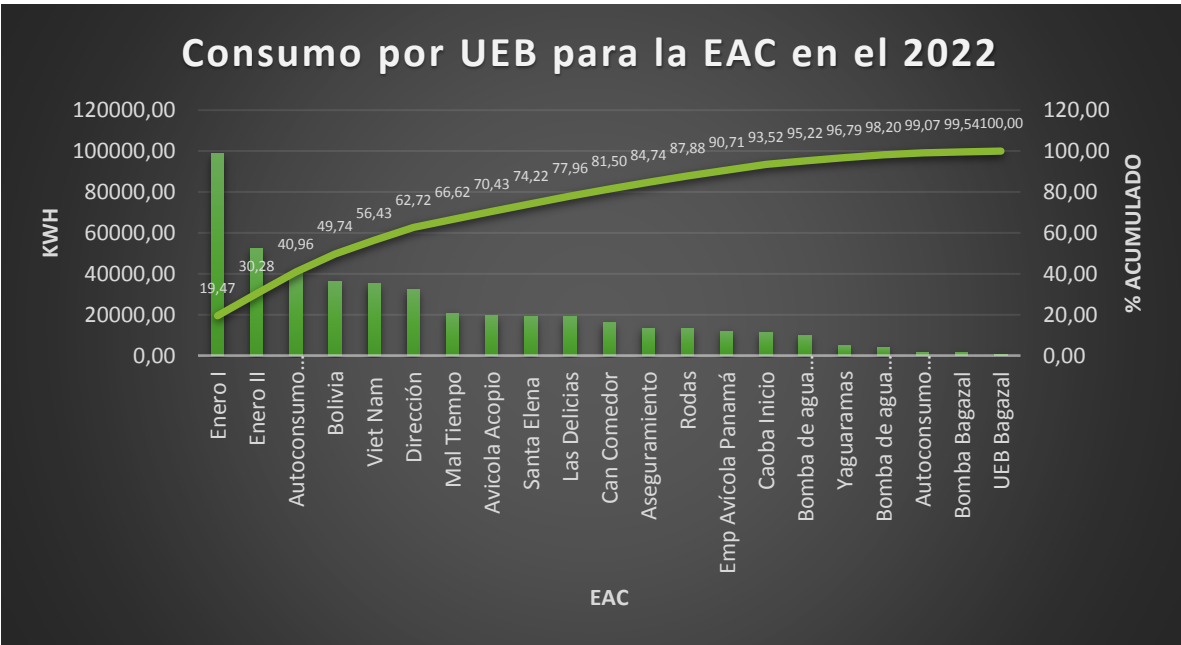
Las figuras 2.7 y 2.8 presentan mediante una estratificación los consumos de electricidad para las 15 UEB de la EAC correspondientes a los años 2021 y 2022. Dichas estratificaciones muestran que las 10 UEB (Enero I, II, Bolivia, **Dirección**, Vietnam, Autoconsumo, Can Comedor, Aseguramiento, Santa Elena y Avícola Acopio) representan el 80% del total de consumo de energía eléctrica para dicha empresa.

Figura 2.7.
Consumo por UEB para la EAC en el año 2021.



Nota: (Elaboración propia)

Figura 2.8.
Consumo por UEB para la EAC en el año 2022.



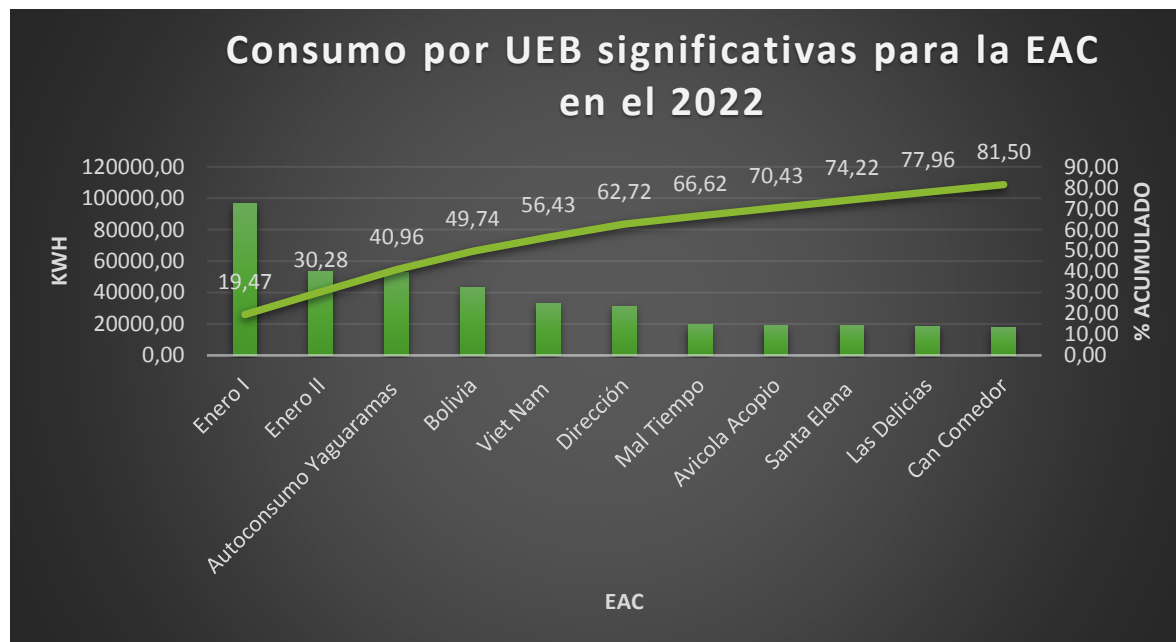
Nota: (Elaboración propia)

La figura 2.9 refleja que la UEB de mayor consumo de energía eléctrica es Enero I, esta es una planta de incubación, donde existe un equipamiento tecnológico significativo. Dicho

consumo de energía 98 694,15 kWh/año y 96 435,30 kWh/año representó para la EAC el 21,4% en el 2021 y el 19,47% en el 2022 respectivamente.

Figura 2.9.

Consumo por UEB para la EAC en el año 2022.



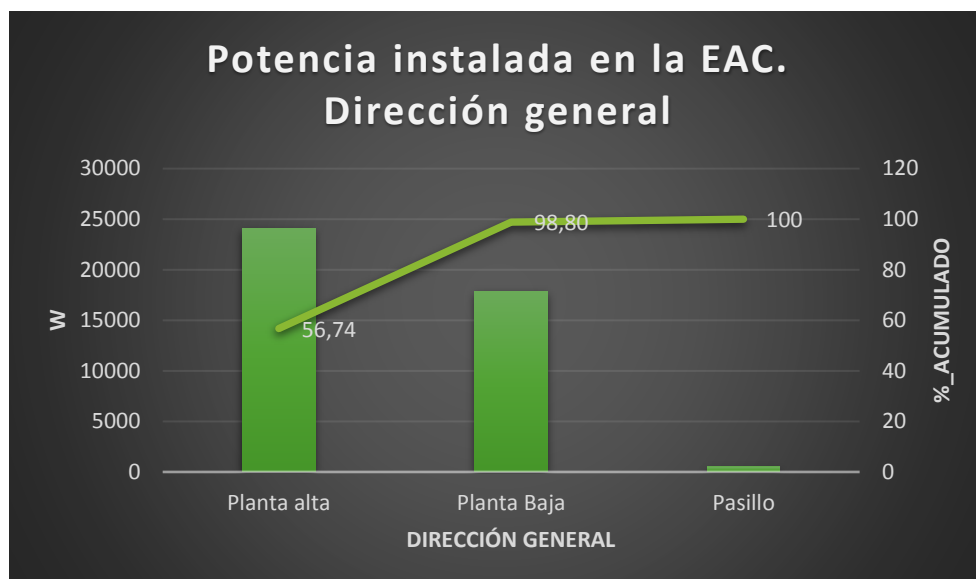
Nota: (Elaboración propia)

A pesar de que la dirección general de la empresa no se posiciona dentro de las cinco grandes UEB consumidoras de energía eléctrica, dicha dirección presentó la propuesta de actualizar la situación en materia de gestión de energía a partir de este estudio.

La dirección general situada en calle 2 NE # 4906 – A e/ 49 Y 51, en la ciudad de Cienfuegos, pertenece al Grupo Empresarial Ganadero (GEGAN). Fue constituida por resolución 214/76 del ministro del MINAGRI en el año 1976. La misma cuenta dentro de sus áreas fundamentales con 2 pisos y un pasillo exterior en los cuales se concentra todo el consumo de energía. En la figura 2.10 se presenta una estratificación de la potencia total instalada. El segundo piso o planta alta con una potencia instalada de 24 kW (56,74 %) representa el de mayor relevancia para dicha entidad.

Figura 2.10.

Potencia instalada en la EAC. Dirección general en el año 2022.



Nota: (Elaboración propia)

La figura 2.11 presenta la estratificación de la potencia instalada para la planta alta de la empresa. De los locales presentes, la dirección general con una potencia de 4,9 kW, representando el 19,98 % es la de mayor influencia para dicha empresa.

Figura 2.11.

Potencia total instalada para la dirección general de la planta alta en el año 2022.

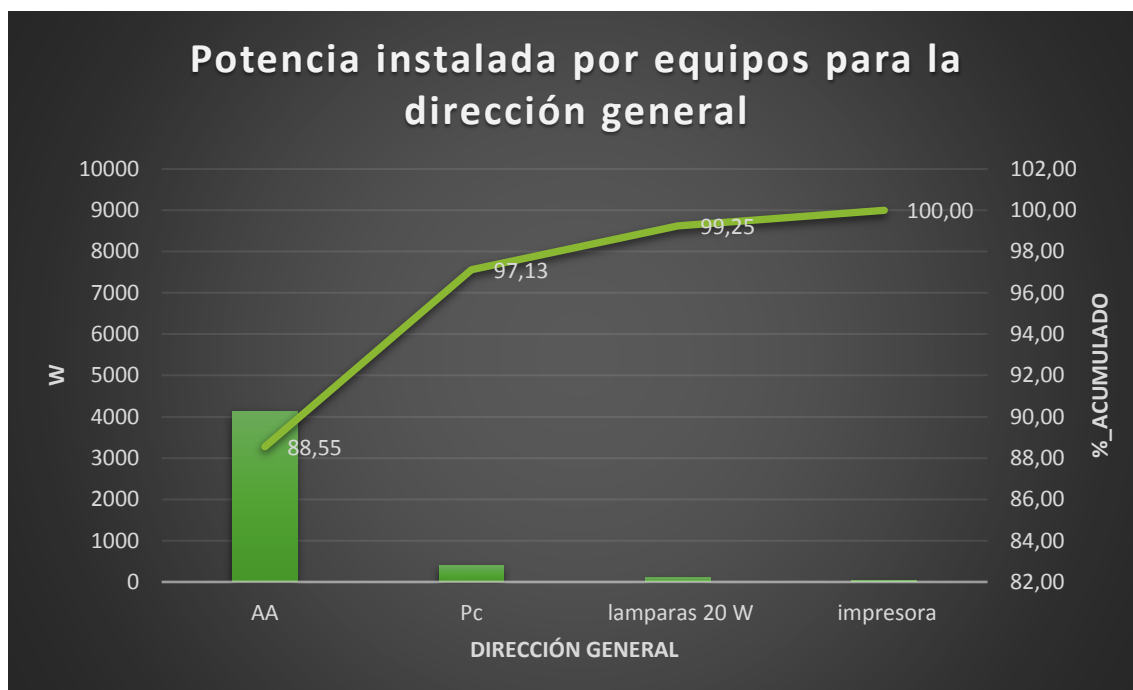


Nota: (Elaboración propia)

Dentro de los equipos de mayor relevancia para dicha dirección general se encuentran los aires acondicionados (AA), la PC y finalmente las lámparas e impresoras. Los AA representan más del 80 % de la potencia total instalada en la dirección general, (véase la figura 2.12).

Figura 2.12.

Potencia total instalada por equipos para la local dirección general.



Nota: (Elaboración propia)

2.5 Gráfico de control del consumo de energía en 2021-2022 para la dirección general

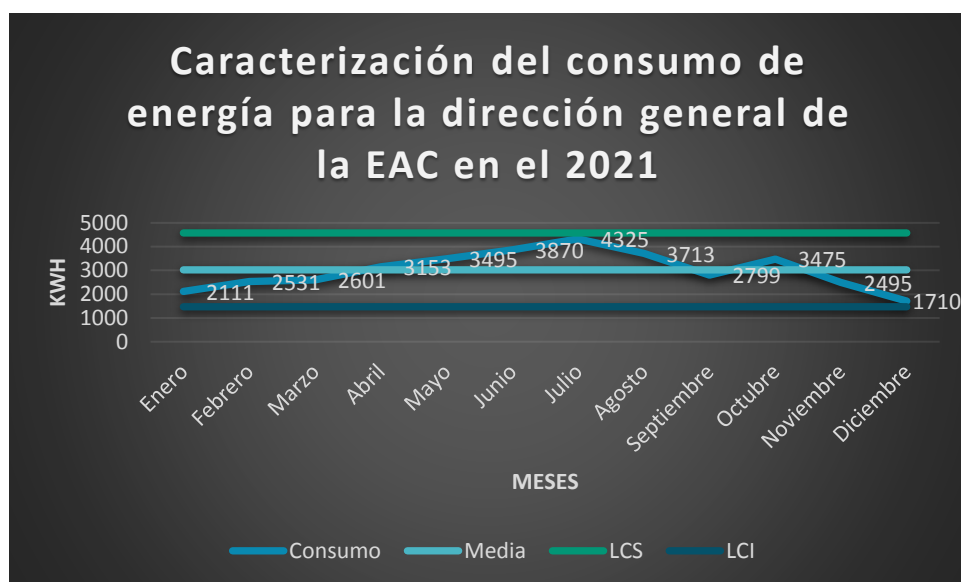
La figura 2.13 representa el gráfico de control para la energía eléctrica en la empresa en el año 2021. La misma presenta un consumo medio de energía eléctrica de 3 000 kWh. Se estimaron los Límites de Control Superior (LCS) e Inferior (LCI) para poder caracterizar el comportamiento de la variable energía eléctrica. Dichos límites de control se determinan como $\mu \pm 2\sigma$. El LCS calculado fue de 4 300 kWh, mientras que el LCI fue de 1 500 kWh respectivamente. Hay que destacar que ningún mes se comportó fuera de los límites de control establecidos.

La figura 2.14 por su parte representa el gráfico de control para la energía eléctrica en la empresa correspondiente al 2022. El consumo medio de energía eléctrica de 2 500 kWh, inferior un 16,7 % con respecto al 2021. Se estimaron los Límites de Control Superior (LCS) e Inferior (LCI) de manera similar. El LCS calculado fue de 3 500 kWh, mientras que el LCI

fue de 1 500 kWh respectivamente. En el año 2022 la energía eléctrica estuvo dentro de los límites establecidos para este caso.

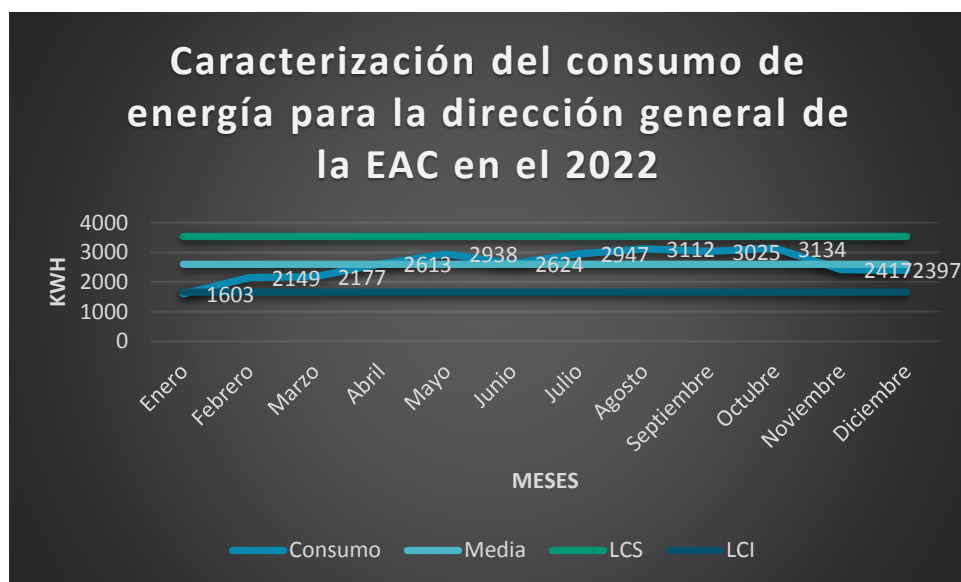
Figura 2.13.

Gráfico de control para el consumo de energía eléctrica en la empresa en el 2021.



Nota: (Elaboración propia)

Figura 2.14. *Gráfico de control para el consumo de energía eléctrica en la empresa en el 2022.*



Nota: (Elaboración propia)

2.6 Línea de Base Energética (LBEn) e Indicador de Desempeño Energético (IDEn) en la dirección general

Para la presentación de propuesta de LBEn fueron considerados los consumos de energía eléctrica para el período 2021-2022 y el área de la edificación, dicha área fue estimada a partir de la confección del plano general de la empresa (Anexo 1). Es una práctica bastante utilizada presentar como indicador de desempeño para el caso de las edificaciones (kWh/m^2), valor fijo que puede caracterizar el desempeño energético. Para el caso de tratar de correlacionar ambas variables, y existiendo espacios climatizados se utiliza los Días Grados (DG).

En numerosos trabajos se ha demostrado la imposibilidad de la no correlación de estas variables presentadas anteriormente (kWh y m^2), sin embargo, la mayoría de los investigadores coincide en que la variable Días Grados (DG) tiene una influencia marcada en el consumo de energía de la instalación. Es necesario entonces incorporar los DG como variable influyente en el consumo energético.

Dicha variable puede ser determinada a partir de la Ec 2.1

$$\text{DG}(\text{tref}) = (1\text{day}) \sum_{n=1}^{\infty} (\text{t}_0 - \text{tref}) \quad (2.1)$$

Donde:

t_0 = Valor de la temperatura exterior.

t_{ref} = 18.3°C (temperatura promedio en edificios típicos).

Tabla 2.3.

Resumen del cálculo de los m^2 climatizados para el período 2021-2022.

kWh	DG	m^2 total	m^2 climatizados	$\text{m}^2 \cdot \text{DG}$	m^2 climatizados $\cdot \text{DG}$
2 111	4,7	509,64	367,66	2 395,308	1 728,002
2 531	3,8	509,64	367,66	1 936,632	1 397,108
2 601	6,9	509,64	367,66	3 516,516	2 536,854
3 153	8,2	509,64	367,66	4 179,048	3 014,812
3 495	7,6	509,64	367,66	3 873,264	2 794,216
3 870	8,6	509,64	367,66	4 382,904	3161,876
4 325	9,3	509,64	367,66	4 739,652	3 419,238
3 713	9	509,64	367,66	4 586,76	3 308,94
2 799	8,9	509,64	367,66	4 535,796	3 272,174
3 475	7,8	509,64	367,66	3 975,192	2867,748

2 495	6,9	509,64	367,66	3 516,516	2536,854
1 710	6,7	509,64	367,66	3 414,588	2 463,322
1 603	3,9	509,64	367,66	1 987,596	1 433,874
2 149	3,3	509,64	367,66	1 681,812	1 213,278
2 177	6,1	509,64	367,66	3 108,804	2 242,726
2 613	7,2	509,64	367,66	3 669,408	2 647,152
2 938	8,2	509,64	367,66	4179,048	3 014,812
2 624	8,6	509,64	367,66	4 382,904	3 161,876
2 947	9	509,64	367,66	4 586,76	3 308,94
3 112	9	509,64	367,66	4 586,76	3 308,94
3 025	8,7	509,64	367,66	4 433,868	3 198,642
3 134	7,1	509,64	367,66	3618,444	2 610,386
2 417	4,8	509,64	367,66	2 446,272	1 764,768
2 397	6,3	509,64	367,66	3 210,732	2 316,258

Nota: (Elaboración propia)

La figura 2.15 presenta la LBE_n considerando los consumos de energía y (m²*DG) sin climatizar. El valor bajo de R²=0.11 indica un deficiente nivel de correlación entre ambas variables. Considerando los m² climatizados dicho nivel de correlación es superior R²=0.53 (Figura 2.15)

Figura 2.15.

LBE_n para el período 2021-2022 sin considerar el efecto de la climatización.



Nota: (Elaboración propia)

La figura 2.16 presenta la incorporación del efecto de la climatización en los consumos de energía de la empresa. En la figura 2.16 se filtraron algunos datos (8%) para presentar nuevamente la LBEn. En este caso la correlación mejoró ligeramente $R^2=0.57$, por lo que no obstante a ello a pesar de que se deben de investigar otras causas que influyan en el consumo de energía se decidió presentar el indicador de desempeño energético para el período. La ecuación del modelo es $y=0,6931x + 1040,7$, la energía no asociada E_0 para este caso fue de 1 040,7 kWh.

Figura 2.16.

LBEn $m^2 \cdot DG$ Climatizados.



Nota: (Elaboración propia)

Identificado el periodo base, a través de un análisis de regresión lineal, este puede considerarse como una línea de base energética, a partir de la cual se puede monitorear y valorar el desempeño energético de la entidad.

El Indicador de desempeño energético teórico ($IDEn_t$) para la entidad se obtiene de relacionar la ecuación de energía de la organización entre la variable independiente, en el caso en análisis el producto de los Días-Grados y los m^2 . Para el caso de estudio fue determinado como $IDEn$ crítico el valor de $1,0 \text{ kWh}/m^2 \text{ climatizados} \cdot DG$.

La figura 2.17 presenta el $IDEn$ teórico para este período.

Figura 2.17.

IDEn teórico 2021-2022 considerando el efecto de la climatización.

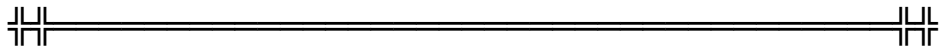


Nota: (Elaboración propia)

2.7 Conclusiones parciales del capítulo 2

1. Para la EAC se utilizan tres portadores energéticos fundamentales (Electricidad, Diésel y Gasolina). El consumo de diésel en el 2021 representó el 59,36 % del total de portadores. La electricidad por su parte con el 37,36 %, representa un potencial de reducción de los consumos energéticos asociados a esta. En el año 2020 el diésel y la electricidad conjuntamente representaron el 97,76 % del total de consumo de portadores energéticos.
2. Fue estratificada la potencia total instalada en la empresa. El segundo piso o planta alta con una potencia instalada de 24 kW (56,74 %) representa el de mayor relevancia para dicha entidad. De los locales presentes, la dirección general con una potencia de 4,9 kW, representando el 19,98 % es la de mayor potencia instalada.
3. Fue determinada la línea base energética para el período 2021-2022 considerando los metros cuadrados de los locales climatizados, la misma presenta como modelo lineal $y=0,6931x+1040,7$, cuyo valor de $R^2=0,56$, con una energía no asociada de 1 040,7 kWh. El IDEn crítico fijado fue de 1,0 kWh/m² climatizados*DG para la dirección general de la EAC.

CAPÍTULO III



CAPÍTULO 3. PROPUESTA DE MEJORAS PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE LA EAC

En este capítulo se presenta una propuesta para la mejora de la eficiencia energética a partir de la confección de encuestas sobre el conocimiento de la norma cubana NC ISO 5001:2019. Dichas encuestas están diseñadas para aplicarse sobre la alta dirección de la entidad, así como a técnicos y otro personal.

3.1 Encuesta a directivos para la implantación de sistemas de gestión energética según la norma NC ISO 50001:2019”

A continuación, se presenta el formato de encuesta a directivos y técnicos de la empresa con vistas a la mejora de la eficiencia energética.

I. DATOS GENERALES DE LA ORGANIZACIÓN

Nombre de la Empresa:

II. OPORTUNIDADES Y PROYECTOS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.

2.1. ¿Considera Ud. que existen en la empresa posibilidades para implementar proyectos de eficiencia energética económicamente viables de acuerdo a los criterios de rentabilidad establecidos por la organización?

Muchos	Algunos	Muy pocos	Ninguno	No conozco

2.2. ¿Cuál es el periodo simple de recuperación máximo que se considera en la empresa para aprobar las inversiones en proyectos de eficiencia energética?

Un año	2 años	3 años	Otro (indicar)	No está definido	No conozco

2.3. Relacione las 5 medidas o proyectos ejecutados en la empresa que más han contribuido a la mejora de la eficiencia energética:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

2.4. Relacione las 5 medidas o proyectos que Ud. considera que representan los mayores potenciales para la mejora de la eficiencia energética en la empresa:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

2.5. Barreras para la mejora de la eficiencia energética. Evalúe el impacto que Ud. considera que tienen en su empresa las siguientes barreras para la mejora de la eficiencia energética:

BARRERA	Muy importante	Importante	Poco importante
Poca información sobre oportunidades para la mejora de la eficiencia energética			
Insuficiente marco legal y regulatorio en el país			
Falta de compromiso de la alta dirección			
Falta de comprensión y apoyo en los niveles intermedios de dirección			
Tecnología obsoleta			
Falta de financiamiento			
Carencia de medición de consumos por áreas y equipos			
Mal estado técnico del equipamiento			
Eficiencia energética no integrada a los nuevos proyectos y compras			

Alto costo de implementación de los proyectos de eficiencia energética			
Baja capacidad técnica			
Falta de incentivos y motivación del personal			
Bajo impacto de los costos energéticos			
Falta de concientización sobre el ahorro y uso racional de la energía			
Procedimientos burocráticos que demoran y dificultan las decisiones			
Poca autonomía de la empresa			
Existencia de doble moneda en el país			
Falta de capacitación especializada			
Falta de influencia y autoridad del energético			
Conflictos internos entre áreas de la empresa			
La eficiencia energética no es un problema de todos			
Otras prioridades para las inversiones			
Desconocimiento de los decisores sobre potencialidades de la eficiencia energética			
Objetivos energéticos no integrados a procedimientos de operación y mantenimiento			
Incertidumbre sobre el futuro de la empresa			

¿Tiene Ud. algo más que señalar respecto a las barreras para la mejora de la eficiencia energética en su empresa?

2.6. Factores que contribuyen a la mejora de la eficiencia energética. Evalúe el impacto que Ud. considera que tienen en su empresa los siguientes factores para la mejora de la eficiencia energética:

FACTOR	Muy importante	Importante	Poco importante
Compromiso de la alta dirección			
Existencia de un sistema de gestión energética			
Política del organismo			
Existencia de una estrategia a largo plazo			
Alto impacto de los costos energéticos			
Sistema de incentivos al personal en función del desempeño energético			
Clima de dirección participativa existente en la empresa			
Eficiencia energética integrada a los nuevos proyectos y compras			
Resultados positivos alcanzados con proyectos de eficiencia energética			
Marco legal y regulatorio vigente en el país			
Concientización del personal de la empresa sobre el ahorro y uso racional de la energía			
Liderazgo, competencia e influencia del energético			
Objetivos energéticos integrados a procedimientos de operación y mantenimiento			
Proyección ambiental de la empresa			
Experiencias positivas con otros sistemas de gestión			
Acciones de la supervisión energética			
Experiencias en la planificación y control de la energía basadas en índices de consumo			
Exigencias del mercado			

Costo creciente de la electricidad			
Necesidad de cumplir los planes de energía asignados			
Capacitación recibida en eficiencia energética			

¿Tiene Ud. algo más que señalar respecto a los factores que contribuyen a la mejora de la eficiencia energética en su empresa?

3.2 Encuesta a técnicos para la implantación de sistemas de gestión energética según la norma nc iso 50 001:2019”

DATOS GENERALES DE LA ORGANIZACIÓN

Nombre de la Empresa:

II. LISTA DE CHEQUEO CON VISTAS A LA IMPLEMENTACIÓN DE LA NC ISO 50001

No.	DESCRIPCIÓN	SI	No	No conozco
2.1	¿Se tiene información sobre la norma NC ISO 50001?			
2.2	¿Se han realizado acciones para la implementación de la norma NC ISO 50001?			
2.3	¿Se cuenta con un sistema de gestión energética (SGEn) documentado?			
2.4	¿Existen experiencias en la aplicación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía?			
2.5	¿Se han obtenido resultados favorables en las supervisiones energéticas realizadas por la UNE?			
2.6	¿Se han obtenido resultados favorables en las supervisiones energéticas realizadas por CUPET?			
2.7	¿Se tiene implementado y certificado el sistema de gestión de calidad por la norma NC ISO 9001?			
2.8	¿Se tiene implementado y certificado el sistema de gestión ambiental por la norma NC ISO 14001?			
2.9	¿Existe un sistema integrado de gestión o se trabaja con vistas a implementarlo?			

2.1 0	¿Existe una política energética?			
2.1 1	¿Está la política energética documentada?			
2.1 2	La política energética es de conocimiento del personal a todos los niveles de la organización?			
2.1 3	¿Se cuenta con un representante de la dirección (energético) para la gestión energética con funciones, responsabilidades y autoridad definidas?			
2.1 4	¿Este representante de la dirección tiene dedicación total para la gestión energética?			
2.1 5	¿El representante de la dirección posee formación de nivel superior en ramas técnicas?			
2.1 6	¿El representante de la dirección ha recibido capacitación especializada sobre gestión energética?			
2.1 7	¿El representante de la dirección dispone de los medios de cómputo y otros recursos requeridos para la gestión energética?			
2.1 8	¿Se cuenta con un equipo de gestión de la energía? (comité de energía, comisión de ahorro de energía, consejo energético, etc.)			
2.1 9	¿Los miembros del equipo han recibido capacitación especializada sobre gestión energética?			
2.2 0	¿El equipo de gestión de la energía funciona sistemáticamente?			
2.2 1	¿Se cuenta con registros históricos de los consumos energéticos?			
2.2 2	¿Se conoce y maneja la estructura de consumo de portadores energéticos?			
2.2 3	¿Están identificados las instalaciones, sistemas y equipos que representan los mayores consumos de energía?			
2.2 4	¿Se cuenta con equipos de medición de los consumos de energía en las instalaciones, sistemas y equipos que representan los mayores consumos de energía?			
2.2 5	¿Se cuenta con un sistema de indicadores para monitorear y controlar el desempeño energético?			

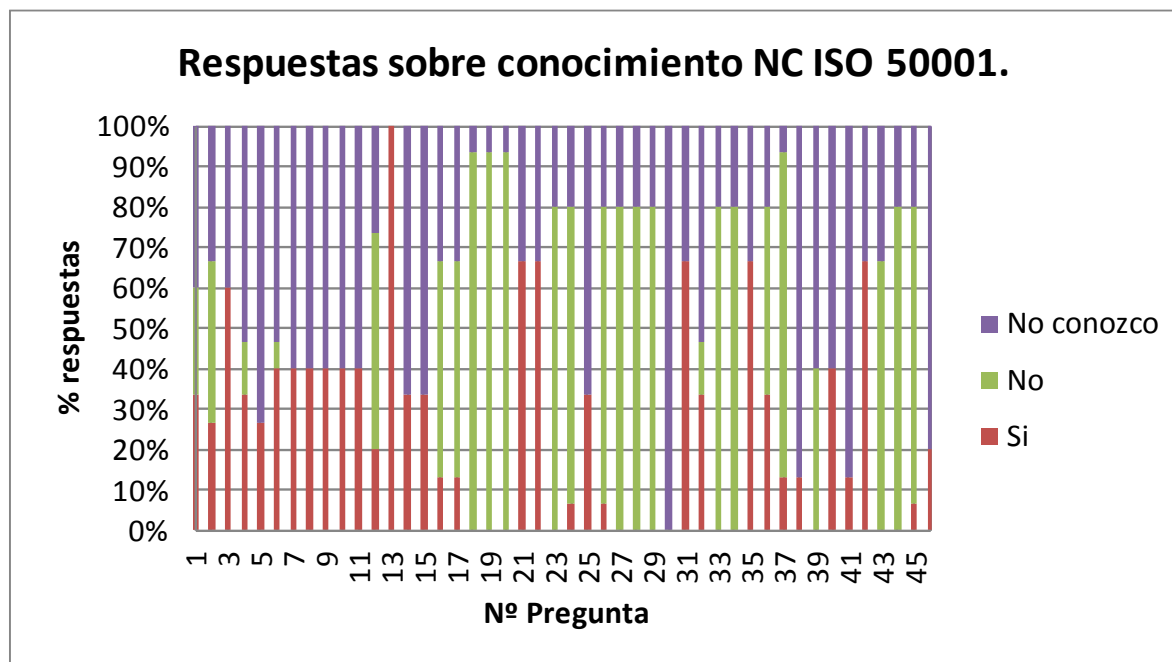
2.2 6	¿El sistema de monitoreo y control energético incluye indicadores hasta el nivel de los sistemas y equipos mayores consumidores?			
2.2 7	¿La instrumentación existente en los sistemas y equipos mayores consumidores permite controlar los factores operacionales que determinan su desempeño energético?			
2.2 8	¿Está identificado el personal clave que decide en la eficiencia de los mayores consumos de energía?			
2.2 9	¿Ha recibido el personal clave capacitación especializada sobre eficiencia energética?			
2.3 0	¿Existe algún sistema de estimulación para el personal clave en función del desempeño energético?			
2.3 1	¿Se ha realizado la caracterización energética y analizada la evolución y tendencias en el consumo y la eficiencia energética en los últimos años?			
2.3 2	¿Han mejorado los índices de consumo y eficiencia energética en los últimos años?			
2.3 3	¿Se han realizado diagnósticos o auditorías energéticas en los últimos años?			
2.3 4	¿Se realizan análisis comparativos (benchmarking) de los índices de consumo y eficiencia energética con otras organizaciones similares?			
2.3 5	¿Se han definido objetivos para la mejora del desempeño energético?			
2.3 6	¿Existen metas para la mejora del desempeño energético referidas a un período base?			
2.3 7	¿Los objetivos y metas son conocidos por el personal clave que incide en su cumplimiento?			
2.3 8	¿Existe un plan de acción con medidas y proyectos para la mejora del desempeño energético?			
2.3 9	¿Los proyectos de mejora del desempeño energético cuentan con evaluaciones económicas y estudios de factibilidad debidamente fundamentados?			
2.4 0	¿La alta dirección controla periódicamente el cumplimiento de los objetivos, metas y planes de acción?			
2.4 1	¿El mantenimiento tiene incorporados criterios y acciones en función de la eficiencia energética?			

2.4 2	¿Se consideran las oportunidades de mejora del desempeño energético y del control operacional en los nuevos diseños y proyectos?			
2.4 3	¿Están establecidos los criterios y procedimientos para considerar la eficiencia energética al adquirir productos, equipos y servicios?			
2.4 4	¿Se ha ejecutado o se planea ejecutar algún proyecto para el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía?			
2.4 5	¿Existe algún mecanismo que posibilite y estimule que las personas que trabajan para la organización realicen propuestas y sugerencias para la mejora de la eficiencia energética?			
2.4 6	¿La alta dirección realiza acciones, a intervalos planificados, para asegurar la conveniencia, adecuación, eficacia y mejora continua del SGEN?			

La figura 3.1 presenta los resultados de las encuestas a técnicos sobre el conocimiento de la norma cubana NC ISO 50 001. Del total de encuestados el 47,31% no conoce la norma o temas relacionados con esta, mientras que el 33,3 % si (Figura 3.2) (Anexo 2)

Figura 3.1.

Respuestas sobre el conocimiento de la norma cubana NC ISO 50 001 a técnicos de la EAC.



Nota: (Elaboración propia)

Figura 3.2.

Distribución porcentual sobre el conocimiento de la norma cubana NC ISO 50 001 a técnicos de la EAC.



Nota: (Elaboración propia)

3.3 Propuesta de mejoras

Las oportunidades de ahorro están encaminadas a brindarle a la dirección de la empresa soluciones para disminuir el consumo de sus principales portadores energéticos. En este caso se orienta a la energía eléctrica. De esta manera la empresa aumentará su eficiencia y a la vez sus ganancias.

- **Climatización:**

- Limpiar los evaporadores periódicamente. Comprobar el correcto funcionamiento del sistema de descarche.
- Reducir las entradas de aire exterior mediante adecuada hermeticidad de las puertas, empleo de brazos hidráulicos y reducir el tiempo de apertura de las puertas mediante medidas organizativas.
- Ajustar los termostatos en locales climatizados a 24 °C.
- Sustituir los Split comunes por los de tecnología inverter que estos son mucho más eficientes.

- **Iluminación:**

- Aprovechar el máximo la luz natural, colocando papel traslucidos en ventanas y puertas de vidrio, dejando pasar la luz y rechazando el calor.
- Seccionalizar circuitos de iluminación para compartimentar su uso.
- Pintar paredes, techos, y columnas de colores claros.
- Cambiar tubos fluorescentes a diodos emisores de luz (LED).

3.3.1 Propuestas de sustitución de lámparas fluorescentes por tecnología LED de bajo consumo

La empresa cuenta con un número de lámparas fluorescentes para la iluminación. La tabla 3.1 presenta las características de este tipo de tecnología. El consumo mensual de la entidad para esta tecnología es de 352,8 kWh/mes, considerando la sustitución de estas por tecnología LED esto representa un consumo de energía de 189,12 kWh/mes, para un ahorro del 46,4 %.

Tabla 3.1.

Características de las lámparas fluorescentes instaladas.

Tipo de luminaria	Cantidad	Demanda unitaria (W)	Demanda total (kW)	Días al mes de uso	Horas de uso al día	Consumo mensual de energía (kWh/mes)
Lámparas fluorescentes 18 W T8	74	18	1,33	24	8	255,36
Lámparas fluorescentes 36 W T8	8	36	0,29	24	14	97,44
Total	82	54	1,62	48	22	352,8

Nota: (Elaboración propia)

Los costos unitarios de los tubos led de 9W para lámpara de 20W y tubo led de 18W para lámpara de 40W son de \$350 y \$450 CUP respectivamente. (LEDs datasheet). Las características técnicas de las luminarias LED de bajo consumo son presentadas en la tabla 3.2

Tabla 3.2.

Características de las lámparas LED como propuesta de sustitución.

Tipo de luminaria	Cantidad	Demanda unitaria (W)	Demanda total (kW)	Días al mes de uso	Horas de uso al día	Consumo de energía (kWh/mes)
Lámparas LEDs 10 W T8	74	10	0,74	24	8	142,08
Lámparas LEDs 18 W T8	8	18	0,14	24	14	47,04
Total	82	28	0,88	48	22	189,12

Nota: (Elaboración propia)

Para la realización del análisis económico se tomaron los valores de la tasa de interés anual, la tasa de inflación, descuento y margen de riesgo.

Los valores de las tasas están dados en la tabla 3.3 según la Dirección General de Tesorería del Banco Central de Cuba en las Circulares 5/2011 y 2/2012. El impuesto sobre

la ganancia es del 35%, según artículo 97 de la Ley 113 publicada en la Gaceta Oficial No. 053 Ordinaria de 21 de noviembre de 2012.

Tabla 3.3.

Valores de las tasas de interés anual.

Período tiempo	Tasa de interés anual (%)	Tasa mínima (%)	Tasa máxima (%)
Hasta 36 meses	7,5	6,5	8,5
Hasta 60 meses	8	7	9

Nota: (Elaboración propia,(2022))

La tasa de inflación ha sido tomada de Trading Economic (*Economic Indicators by Country*,, 2022) y su magnitud se encuentra alrededor del 5 %, Se considera la tasa de descuento de 8% y el margen de riesgo de 3%, La tabla 3,4 presenta una comparación de acuerdo con el ahorro de potencia y energía entre ambas tecnologías,

Tabla 3,4,

Ahorro de energía entre la tecnología fluorescente y LED para la empresa,

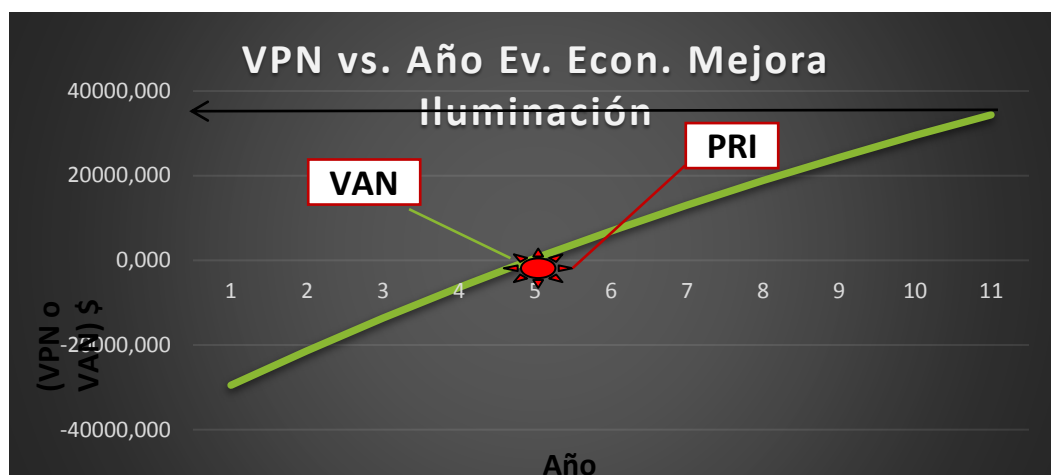
Sistema actual	Opción ahorradora	Potencia actual	Potencia para LED	Ahorro en potencia (W)	Ahorro de energía (kWh/año)
Lámparas fluorescentes 18 W T8	Lámparas LEDs T8 10W	1 330	740	590	1 722,8
Lámparas fluorescentes 36 W T8	Lámparas LEDs T8 18W	290	140	150	766,5
Total				740	2 489,3

Nota: (Elaboración propia)

La evaluación económica mediante la propuesta de sustitución de las lámparas fluorescentes instaladas actualmente en la empresa por tecnología LED, traen un ahorro de energía de 2 489,3 kWh/año, considerando un costo de la energía para la empresa de 3,2 CUP/kWh (UNE Cienfuegos) esto aporta un ahorro económico de 7 965,76 CUP/año, Dicha evaluación económica para un plazo de 10 años cuenta con un Valor Presente Neto (VPN) de 34 371,2 CUP, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 8 %, para un Período de Recuperación de la Inversión (PRI) de 5 años (Figura 3,3)

Figura 3,3,

VPN vs, Años Evaluación económica,

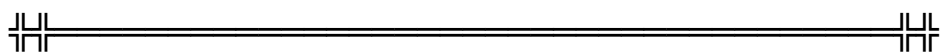


Nota: (Elaboración propia)

3.4 Conclusiones parciales del capítulo 3

1. Fueron procesados los resultados de las encuestas a directivos y técnicos de la empresa sobre el conocimiento de la norma cubana NC ISO 50 001:2019, Del total de encuestados el 47,31 % no conoce la norma o temas relacionados con esta, mientras que el 33,3 % si tiene algún conocimiento al respecto,
2. Fueron presentadas de manera general algunas propuestas para tener en cuenta en la reducción del consumo de energía en dicha empresa,
3. A partir de la evaluación económica para la propuesta de sustitución de lámparas fluorescente por tecnología LED, la misma representa un consumo de energía de 189,12 kWh/mes, para un ahorro del 46,4 % por este concepto, Dicha evaluación económica para un plazo de 10 años cuenta con un Valor Presente Neto (VPN) de 34 371,2 CUP, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 8 %, para un Período de Recuperación de la Inversión (PRI) de 5 años,

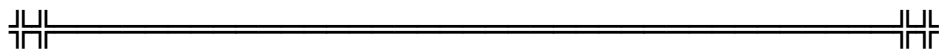
CONCLUSIONES



Conclusiones generales

1. La implementación de los sistemas de gestión energética eleva la eficiencia energética y reduce los costos, La NC-ISO 50 001:2019 es el instrumento adecuado para planificar y monitorear el consumo de portadores energéticos en la organización, de ahí la importancia de su utilización en aras de hacer más eficiente el consumo de energía dentro de la EAC, reduce los costos, además de disminuir considerablemente la emisión de gases de efecto invernadero a la atmosfera,
2. Para la EAC se utilizan tres portadores energéticos fundamentales (Electricidad, Diésel y Gasolina), El consumo de diésel en el 2021 representó el 59,36 % del total de portadores, La electricidad por su parte con el 37,36 %, representa un potencial de reducción de los consumos energéticos asociados a esta, En el año 2022 el diésel y la electricidad conjuntamente representaron el 97,76 % del total de consumo de portadores energéticos,
3. A partir de la estratificación de los consumos energéticos en la EAC se determinó que la UEB de mayor consumo fue Enero I, esta es una planta de incubación, donde existe un equipamiento tecnológico significativo, lo que obliga a enfocar el estudio en esta UEB en particular, Dicho consumo representó el 21,4% en el 2020 y el 19,47% en el 2021,
4. Fue determinada la línea base energética para el período 2021-2022 considerando los metros cuadrados de los locales climatizados, la misma presenta como modelo lineal $y=0,6931x + 1\ 040,7$, cuyo valor de $R^2=0,56$, con una energía no asociada de 1 040,7 kWh, El IDEn crítico fijado fue de 1,0 kWh/m² climatizados*DG para la dirección general de la EAC,
5. La evaluación económica mediante la propuesta de sustitución de las lámparas fluorescentes instaladas actualmente en la empresa por tecnología LED, traen un ahorro de energía de 2 489,3 kWh/año, considerando un costo de la energía para la empresa de 3,2 CUP/kWh (UNE Cienfuegos) esto aporta un ahorro económico de 7 965,76 CUP/año, Dicha evaluación económica para un plazo de 10 años cuenta con un Valor Presente Neto (VPN) de 34 371,2 CUP, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 8 %, para un Período de Recuperación de la Inversión (PRI) de 5 años,

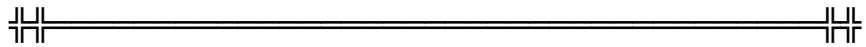
RECOMENDACIONES



Recomendaciones

1. Presentar el estudio a la dirección de la EAC para su análisis y evaluación oportuna de los resultados presentados,
2. Ampliar el estudio a las restantes UEB con consumos significativos de energía eléctrica,

BIBLIOGRAFÍA



Bibliografía

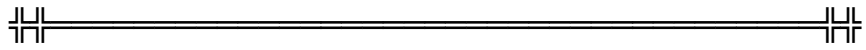
- Alarcón Arroyo, E, (2012). *Implantación de la norma ISO 50001: 2011. Sistemas de Gestión Energéticas*.
- Almanza Ruiz, B, (2014), *Contribución a la implantación de la NC ISO 50001: 2011 que rige el Sistema de Gestión Energética en la UEB Hotel Pernik* (Tesis de Grado Facultad Ingeniería Industrial en Turismo). Universidad de Holguín.
- Arpi, J. R., & Mulluni Chacolli, Y., (2019). *Auditoría e implementación del estudio y análisis de eficiencia energética orientada en el ISO 50001 en la empresa técnica y desarrollo (CIGA)-Juliaca*.
- Arteaga Navarrete, J, A, (2020)., *Diseño de un sistema de gestión energética de acuerdo a la normativa ISO 50001 para una estación de bombeo de crudos pesados*
- Castrillón Mendoza, R. D. P., Monteagudo Yanes, J, P., Borroto Nordelo, A., & Quispe Oqueña, E. C., (2015). *Línea de Base Energética en la Implementación de la norma ISO 50001, Estudios de casos*.
- Collantes, M. Á. M., (2020), La sostenibilidad en las empresas multinacionales. *Observatorio Medioambiental*, (23), 149p.
- de Bogotá, C. D. C., (2011). *Eficiencia energética y energías limpias: Aspectos de procesos de sistema eléctrico industrial*.
- de Laire Peirano, M., (2013). *Gestión de la energía e ISO 50001. Agencia Chilena de Eficiencia, Curso para el sector minería, Diapositivas*.
- Delgado, P. G., (2020). *Herramientas para el sistema de gestión energética en la Empresa Central de Equipos UEB CUBIZA*.
- Díaz Alonso, M. B., (2016). *Gestión energética de un edificio universitario, aplicando la ISO 50001*.
- Díaz Méndez, E. G., & Varón **Buenaventura, E. S., ()**. *Revisión literaria de la implementación de la ISO 50001, eficiencia energética en entidades y organizaciones*.

- Díaz Ruíz, J, J., (2020), *Diseño del sistema de gestión energética-Norma ISO 50001 para optimizar el consumo de energía en Hipermercados Tottus-Chepén 2019.*
- Díaz, H, J, (1999), *Gestión energética en la industria. Estudios Gerenciales.*
- Domínguez Vaquera, A, (2019), *Gestión energética sostenible en un camping de montaña* (Tesis de Grado). Universidad Politécnica de Cataluña.
- Echeandía Diez, R. F., (2016). *Diseño de un sistema de gestión energética para la aplicación de la norma ISO 50001 en el campus de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.*
- Espinel-Blanco, E. E., Sánchez-Ascanio, L., & Quintero-Coronel, D. A., (2015). Planificación energética para un horno cerámico según la norma NTC-ISO50001. *Revista Ingenio*, 8(1), 73-82,
- Fernández Broche, A, (2018), *Estudio de la gestión energética del Hospital General" María del Carmen Sozaya" de Caibarién.* (Tesis Doctoral). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Gasch Ruiz-Cabello, M, (2019). *Establecimiento de líneas base en edificios de oficina haciendo uso de HULC según norma UNEEN ISO 50001 2018.*
- Guerra, G, (2018). *Modelo de un sistema de gestión de la energía, basado en la norma ISO 50001:2011 para las plantas de distribución de combustible ubicadas en el distrito Metropolitano.* (Tesis Doctoral). Universidad Católica Andrés Bello.
- Hernández García, E., (2019). *Análisis energético en edificios administrativos de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.* (Tesis Doctoral Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Larrahondo Chávez, D. A., (2019). *Implementación de una auditoría energética de acuerdo a la Norma ISO 50002 en una empresa panificadora* (Bachelor's thesis, Universidad Autónoma de Occidente).

- Nordelo, A. B., & Caminos, C., (2013). *Recomendaciones Metodológicas para la Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía según la Norma ISO 50001*. Universo Sur.
- Nordelo, A. B., Rodríguez, M. L., Yanes, J. M., de Armas Teyra, M. A., Pérez, M. M., Castillo, J. D. & Pérez, F. G., (2005). La gestión energética: una alternativa eficaz para mejorar la competitividad empresarial. *Energética*, (33), 65-69,
- Oliver, J. L. T., & de Aenor, D. D., (2011). Sistema de Gestión Energética según la ISO 50001: 2011, *UNE: boletín mensual de AENOR*, (262), 20-25,
- Ortiz Torres, M. S., (2018). *Congeneración y trigeneración, escala industrial*. (Tesis de Grado) Carrera de Ingeniería Eléctrica.
- Paiva Parraguez, J. L., (2019). *Diseño de un sistema de gestión de la energía eléctrica en la planta industrial" El Águila SRL" según los lineamientos de la norma NTP-ISO 50001: 2012*.
- Pérez González, J. C., (2016). *Implementación de la etapa de planificación energética basado en la NC-ISO 50001 del 2011 en el Centro de Instrucción Provincial Protesta de Jarao* (Tesis Doctoral Facultad de Ingeniería Eléctrica). Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas.
- Poveda-Orjuela, P. P., García-Díaz, J. C., Pulido-Rojano, A. & Cañón-Zabala, G., (2019). *An Integral. Risk and Energy Approach in Management Systems: Analysis of ISO 50001: 2018*.
- Rey Hernández, A., San José Alonso, J. F., Velasco Gómez, E., & Rey Martínez, F. J., (2017). *Energy certification proposal, using dynamic simulation, as an energy management tool ISO 50001 Versus energy audit in buildings*.
- Rodríguez Díaz, E., (2019). *Aplicación de un procedimiento para la gestión energética en hospitales y hoteles de la provincia de Villa Clara*. (Tesis Doctoral Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial), Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

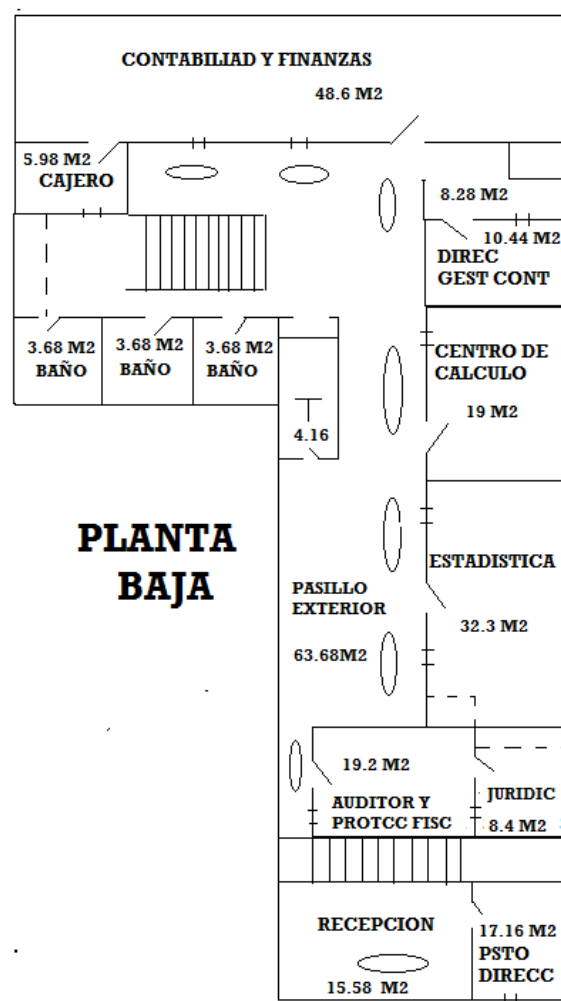
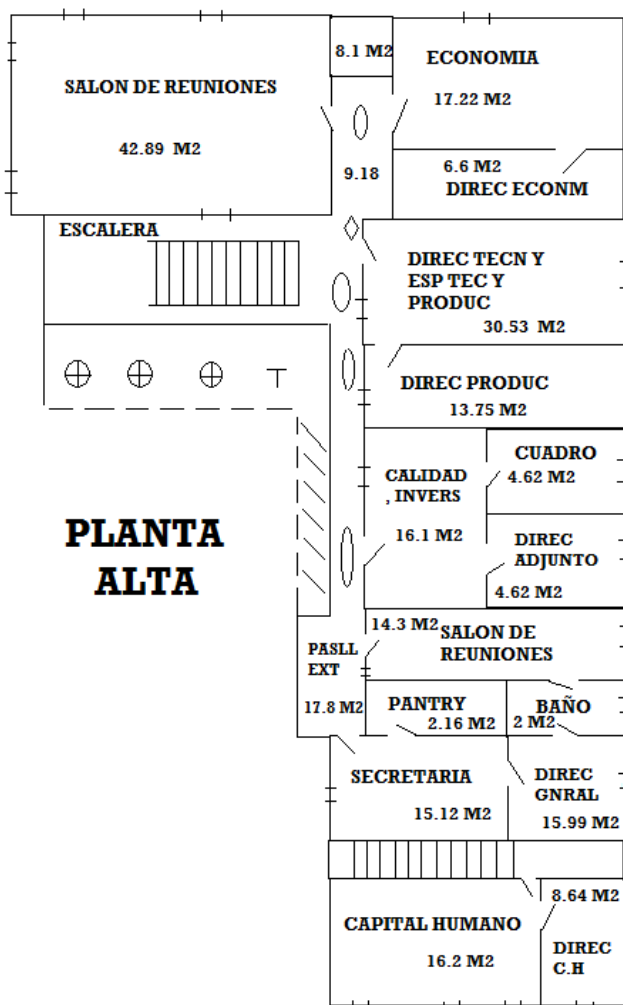
- Rodríguez Navia, E., (2015). *Evaluación del desempeño energético de la cervecería “Antonio Díaz Santana” relativo a los requisitos de la NC ISO 50001*. (Tesis Doctoral Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial). Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- Rodríguez, A. R., (2002). *Implementación de la etapa de Planificación Energética de la Norma ISO 50001, en la Batería de Grupos Electrógenos de la Refinería de Petróleo de Cienfuegos*.
- Rodríguez, C. M. L., & Sarduy, C. J. R. G., (2014). Participación de la Universidad en la mejora de la eficiencia energética del sector productivo cubano. *Universidad y Sociedad*, 6(2),
- Rodríguez, M. M. C. D., (2011). *Diseño y estrategia de implantación de un sistema de gestión de la energía en la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba SA, Integración de las normas ISO 9001: 2008 e ISO 50 001: 2011*.
- Touset, J. P. H., Trujillo, M. G., Ureta, G. E., Rusindo, I., M., Pedraja, R. E., Rodríguez, A. G., & Romano, F. A. R., (2015). Evaluación energética en la papelera Pulpa Cuba. *Revista Centro Azúcar*, 42(4).
- Tristancho, C. A. P., & Méndez, F. V., (2012). Fundamentos para la administración energética en la industria colombiana a través de indicadores de gestión. *Scientia et technica*, 17(50), 58-67.
- Villafrades Serrano, S. A., & Muñoz Sierra, J. E., (2020). *Desarrollo de una herramienta que automatice la etapa de revisión energética, para el Centro PEVI UNAB, basada en la ISO 50001 2018*.

ANEXOS



Anexos

Anexo 1, Plano de la EAC Cienfuegos, **Nota** (Elaboración propia)



LEYENDA

- * ILUMINACION EXTERIOR
- * TANQUES DE AGUA
- * TURBINA ELECTRICA

Anexo 2, Procesamiento de las encuestas a directivos y técnicos sobre el conocimiento de la NC ISO 50 001 en la EAC,

Nº	Preguntas	Si	%	No	%	No conozco	%
1	¿Se tiene información sobre la norma NC ISO 50001?	0	0	2	25	6	75
2	¿Se han realizado acciones para la implementación de la norma NC ISO 50001?	4	50	2	25	6	75
3	¿Se cuenta con un sistema de gestión energética (SGEn) documentado?	0	0	6	75	2	25
4	¿Existen experiencias en la aplicación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía?	0	0	2	25	6	75
5	¿Se han obtenido resultados favorables en las supervisiones energéticas realizadas por la UNE?	4	50	0	0	4	50
6	¿Se han obtenido resultados favorables en las supervisiones energéticas realizadas por CUPET?	0	0	0	0	8	100
7	¿Se tiene implementado y certificado el sistema de gestión de calidad por la norma NC ISO 9001?	0	0	5	62,5	3	37,5
8	¿Se tiene implementado y certificado el sistema de gestión ambiental por la norma NC ISO 14001?	0	0	6	75	2	25
9	¿Existe un sistema integrado de gestión o se trabaja con vistas a implementarlo?	2	25	0	0	6	75
10	¿Existe una política energética?	8	100	0	0	0	0
11	¿Está la política energética documentada?	5	62,5	0	0	3	37,5
12	La política energética es de conocimiento del personal a todos los niveles de la organización?	5	62,5	3	37,5	0	0
13	¿Se cuenta con un representante de la dirección (energético) para la gestión energética con funciones, responsabilidades y autoridad definidas?	8	100	0	0	0	0
14	¿Este representante de la dirección tiene dedicación total para la gestión energética?	4	50	0	0	4	50
15	¿El representante de la dirección posee formación de nivel superior en ramas técnicas?	3	37,5	0	0	5	62,5
16	¿El representante de la dirección ha recibido capacitación especializada sobre gestión energética?	6	75	0	0	2	25
17	¿El representante de la dirección dispone de los medios de cómputo y otros recursos requeridos para la gestión energética?	0	0	0	0	8	100
18	¿Se cuenta con un equipo de gestión de la energía? (comité de energía, comisión de ahorro de energía, consejo energético, etc.)	0	0	0	0	8	100
19	¿Los miembros del equipo han recibido capacitación especializada sobre gestión energética?	0	0	0	0	8	100

20	¿El equipo de gestión de la energía funciona sistemáticamente?	0	0	0	0	8	100
21	¿Se cuenta con registros históricos de los consumos energéticos?	8	100	0	0	0	0
22	¿Se conoce y maneja la estructura de consumo de portadores energéticos?	7	87,5	0	0	1	12,5
23	¿Están identificados las instalaciones, sistemas y equipos que representan los mayores consumos de energía?	7	87,5	0	0	1	12,5
24	¿Se cuenta con equipos de medición de los consumos de energía en las instalaciones, sistemas y equipos que representan los mayores consumos de energía?	6	75	0	0	2	25
25	¿Se cuenta con un sistema de indicadores para monitorear y controlar el desempeño energético?	0	0	2	25	6	75
26	¿El sistema de monitoreo y control energético incluye indicadores hasta el nivel de los sistemas y equipos mayores consumidores?	0	0	2	25	6	75
27	¿La instrumentación existente en los sistemas y equipos mayores consumidores permite controlar los factores operacionales que determinan su desempeño energético?	0	0	0	0	8	100
28	¿Está identificado el personal clave que decide en la eficiencia de los mayores consumos de energía?	6	75	2	25	0	0
29	¿Ha recibido el personal clave capacitación especializada sobre eficiencia energética?	4	50	3	37,5	1	12,5
30	¿Existe algún sistema de estimulación para el personal clave en función del desempeño energético?	0	0	8	100	0	0
31	¿Se ha realizado la caracterización energética y analizada la evolución y tendencias en el consumo y la eficiencia energética en los últimos años?	0	0	6	75	2	25
32	¿Han mejorado los índices de consumo y eficiencia energética en los últimos años?	5	62,5	0	0	3	37,5
33	¿Se han realizado diagnósticos o auditorías energéticas en los últimos años?	0	0		0	8	100
34	¿Se realizan análisis comparativos (benchmarking) de los índices de consumo y eficiencia energética con otras organizaciones similares?	0	0	0	0	8	100
35	¿Se han definido objetivos para la mejora del desempeño energético?	6	75	0	0	2	25
36	¿Existen metas para la mejora del desempeño energético referidas a un período base?	6	75	0	0	2	25
37	¿Los objetivos y metas son conocidos por el personal clave que incide en su cumplimiento?	6	75	0	0	2	25

38	¿Existe un plan de acción con medidas y proyectos para la mejora del desempeño energético?	4	50	0	0	4	50
39	¿Los proyectos de mejora del desempeño energético cuentan con evaluaciones económicas y estudios de factibilidad debidamente fundamentados?	0	0	6	75	2	25
40	¿La alta dirección controla periódicamente el cumplimiento de los objetivos, metas y planes de acción?	4	50	2	25	2	25
41	¿El mantenimiento tiene incorporados criterios y acciones en función de la eficiencia energética?	2	25	2	25	4	50
42	¿Se consideran las oportunidades de mejora del desempeño energético y del control operacional en los nuevos diseños y proyectos?	1	12,5	0	0	7	87,5
43	¿Están establecidos los criterios y procedimientos para considerar la eficiencia energética al adquirir productos, equipos y servicios?	0	0	5	62,5	3	37,5
44	¿Se ha ejecutado o se planea ejecutar algún proyecto para el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía?	0	0	0	0	8	100
45	¿Existe algún mecanismo que posibilite y estimule que las personas que trabajan para la organización realicen propuestas y sugerencias para la mejora de la eficiencia energética?	0	0	8	100	0	0
46	¿La alta dirección realiza acciones, a intervalos planificados, para asegurar la conveniencia, adecuación, eficacia y mejora continua del SGE?	3	37,5	0	0	5	62,5
	Totales	124		72		176	372
	%	33,33		19,35		47,31	100
		% Si		% No		% No se	
		33,33		19,35		47,31	

Anexo 3, Consumo de energía por UEB para la EAC en el 2021, **Nota:** (Elaboración propia)

Áreas	Consumo en kWh	%	% Acumulado
Bolivia	40 760,16	8,62	8,62
Enero I	110 534,60	23,36	31,98
Enero II	52 285,31	11,05	43,03
Mal Tiempo	11 899,64	2,52	45,55
Las Delicias	13 161,36	2,78	48,33
Caoba Inicio	11 138,86	2,35	50,68
Bomba de agua Panamá	9 693,81	2,05	52,73
Emp Avícola Panamá	13 401,14	2,83	55,56
Viet Nam	35 068,70	7,41	62,98
Rodas	15 954,22	3,37	66,35
Santa Elena	19 052,90	4,03	70,38
Yaguaramas	4 764,00	1,01	71,38
Autoconsumo Yaguaramas	32 282,00	6,82	78,21
Autoconsumo Yaguaramas Oficinas	4 191,00	0,89	79,09
Bomba Bagazal	1 663,00	0,35	79,44
UEB Bagazal	1 462,00	0,31	79,75
Bomba de agua Autoconsumo Yaguaramas	614,00	0,13	79,88
Aseguramiento	19 409,00	4,10	83,99
Can Comedor	20 599,00	4,35	88,34
Avícola Acopio	18 890,00	3,99	92,33
Dirección	36 278,00	7,67	100,00
TOTAL	473 102,7	100	

Anexo 4, Cálculo de los Límites de control y desviación estándar para el 2021,

Meses	Dirección general	Media	D, Estándar	LCS	LCI
Enero	2 111	3 023,17	776,7954	4 576,757	1 469,576
Febrero	2 531	3 023,17	776,7954	4 576,757	1 469,576
Marzo	2 601	3 023,17	776,7954	4 576,757	1 469,576
Abril	3 153	3 023,17	776,7954	4 576,757	1 469,576
Mayo	3 495	3 023,17	776,7954	4 576,757	1 469,576
Junio	3 870	3 023,17	776,7954	4 576,757	1 469,576
Julio	4 325	3 023,17	776,7954	4 576,757	1 469,576
Agosto	3 713	3 023,17	776,7954	4 576,757	1 469,576
Septiembre	2 799	3 023,17	776,7954	4 576,757	1 469,576
Octubre	3475	3023,17	776,7954	4 576,757	1 469,576
Noviembre	2495	3023,17	776,7954	4 576,757	1 469,576
Diciembre	1710	3023,17	776,7954	4 576,757	1 469,576
Promedio	3023	3023,17	776,7954	4 576,757	1 469,576

Anexo 5, Consumo de energía por UEB para la EAC en el 2022, **Nota:** (Elaboración propia)

Áreas	Consumo en kWh	%	% Acumulado
Bolivia	43 499,16	8,78	8,78
Enero I	96 435,30	19,47	28,25
Enero II	53 525,39	10,81	39,06
Mal Tiempo	19 358,70	3,91	42,97
Las Delicias	18 505,74	3,74	46,71
Caoba Inicio	13 916,61	2,81	49,52
Bomba de agua Panamá	8 433,17	1,70	51,22
Emp Avícola Panamá	14 031,22	2,83	54,05
Viet Nam	33 125,22	6,69	60,74
Rodas	15 552,14	3,14	63,88
Santa Elena	18 799,31	3,80	67,68
Yaguaramas	7 733,00	1,56	69,24
Autoconsumo Yaguaramas	52 886,00	10,68	79,92
Autoconsumo Yaguaramas Oficinas	4 296,00	0,87	80,78
Bomba Bagazal	2 301,00	0,46	81,25
UEB Bagazal	2 299,00	0,46	81,71
Bomba de agua Autoconsumo Yaguaramas	7 024,00	1,42	83,13
Aseguramiento	16 017,00	3,23	86,37
Can Comedor	17 550,00	3,54	89,91
Avícola Acopio	18 843,00	3,80	93,71
Dirección	31 136,00	6,29	100,00
TOTAL	495266,97	100	

Anexo 6, Cálculo de los Límites de control y desviación estándar para el 2022,

Meses	Dirección general	Media	D,standar	LCS	LCI
Enero	1 603	2 594,67	468,4616	3 531,59	1 657,744
Febrero	2 149	2 594,67	468,4616	3 531,59	1 657,744
Marzo	2 177	2 594,67	468,4616	3 531,59	1 657,744
Abril	2 613	2 594,67	468,4616	3 531,59	1 657,744
Mayo	2 938	2 594,67	468,4616	3 531,59	1 657,744
Junio	2 624	2 594,67	468,4616	3 531,59	1 657,744
Julio	2 947	2 594,67	468,4616	3 531,59	1 657,744
Agosto	3 112	2 594,67	468,4616	3 531,59	1 657,744
Septiembre	3 025	2 594,67	468,4616	3 531,59	1 657,744
Octubre	3 134	2 594,67	468,4616	3 531,59	1 657,744
Noviembre	2 417	2 594,67	468,4616	3 531,59	1 657,744
Diciembre	2 397	2 594,67	468,4616	3 531,59	1 657,744
Promedio	2 595				

Anexo 7, Censo de carga para la EAC Cienfuegos (Planta baja),

	Oficina	Equipos	Potencia	Horas
Planta baja	Puesto de Dirección	2 lámparas	36	20
		1 PC (monitor de 32 pulgadas)	420	20
		1 impresora	35	2
		1 aire acondicionado (2 toneladas)	1800	16
		1 refrigerador	150	24
	Total		2441	
	Auditoría y Control	2 lámparas	36	6
		1 PC	400	6
		1 impresora	35	2
		1 aire acondicionado (1 tonelada)	1200	4
	Total		1671	
	Dirección de auditoría y control	1 lámpara	9	1
		1 ventilador	50	2
	Total		59	
	Estadística	3 lámparas	45	6
		2 PC	800	6
		1 ventilador	50	6
		1 aire acondicionado (1/5 tonelada)	1800	1
	Total		2695	
	Informática	2 lámparas	54	8
		2 PC	800	6
		1 aire acondicionado (2 toneladas)	2450	24
		Servidores (4 torres)	1600	24
	Total		4904	
	Dirección contable	1 lámpara	36	6
		1 PC	350	4
		1 impresora	35	1
		1 aire acondicionado (1/5 tonelada)	1800	4
	Total		2221	
	Contabilidad	4 lámparas	72	6
		3 PC	1200	6
		1 impresora	35	1
		1 aire acondicionado (2 toneladas)	2450	2
		1 ventilador	50	3
	Total		3807	
	Caja en contabilidad	1 lámpara	9	6
		1 ventilador	50	5
	Total		59	
Total Planta Baja			17857	

Anexo 8, Censo de carga para la EAC Cienfuegos (Planta alta),

Planta alta	Oficina	Equipos	Potencia (W)	Horas
	Recursos Humanos	4 lámparas	72	6
		2 PC	800	6
		1 impresora	35	2
		1 ventilador	50	2
		1 Split (1,5 toneladas)	1680	6
	Total		2637	
	Dirección RRHH	1 lámpara	18	6
		1 ventilador	50	2
		1 aire acondicionado (1 tonelada)	1200	2
	Total		1268	
	Dirección General	2 lámparas	36	10
		1 Split (1,5 toneladas)	1680	8
	Baño DG	1 lámpara	9	1
	Salón de reunión DG	2 lámparas	36	1
		1 aire acondicionado (2 toneladas)	2450	1
	Pantry DG	1 refrigerador	150	24
	Secretaria DG	1 lámpara	18	8
		1 PC	400	6
		1 impresora	35	2
	Total		4814	
	Director Adjunto	2 lámparas	18	8
		1 PC	400	8
		1 impresora	35	2
		1 laptop	80	4
		1 aire acondicionado (1/5 tonelada)	1800	6
	Total		2333	
	Cuadros	1 lámpara	18	4
	Total			
	Dirección Técnica	3 lámparas	54	6
		1 PC	400	2
		1 aire acondicionado (2 toneladas)	2450	2
		1 refrigerador	150	24
	Total		3054	
	Producción	2 lámparas	36	6
		1 PC	400	6
		1 impresora	35	2

		1 aire acondicionado (1/5 tonelada)	1800	6
	Total		2271	
	Economía	2 lámparas	18	6
		2 PC	800	6
		1 ventilador	50	2
		1 aire acondicionado (2 toneladas)	2450	4
	Total		3318	
	Dirección económica	1 lámpara	9	8
		1 laptop	80	8
		1 ventilador	50	4
		1 impresora	35	2
		1 aire acondicionado (1/5 tonelada)	1800	6
	Total		1974	
	Salón de reuniones	4 lámparas	72	2
		1 ventilador	50	1
		2 Split (2 toneladas)	2280	1
	Total		2402	
Planta alta			24089	