



## **TESIS DE GRADO**

**En opción al título de Ingeniero Industrial**

## **ACCIONES DE MEJORA PARA LA GESTIÓN DE LA ENERGÍA EN DIRECCIÓN GENERAL UEB TRANSPORTE ESCOLAR CIENFUEGOS.**

Autor: **Yaily Torres Jiménez**

Tutores:

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

**Cienfuegos, 2023**

## Declaración de autoridad



UNIVERSIDAD  
DE CIENFUEGOS  
CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ

### 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

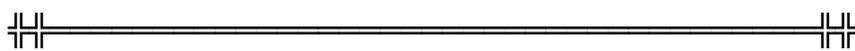
Nombre y Apellidos. Firma.

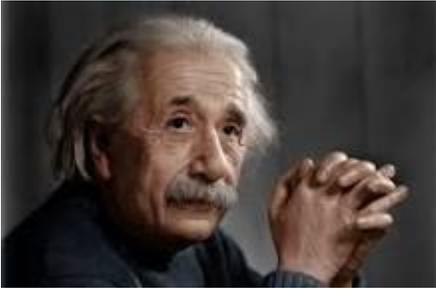
---

---

Firma del Vice Decano.

# PENSAMIENTO

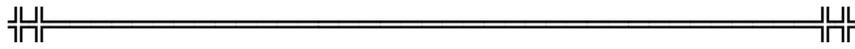




“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar el bello y maravilloso mundo del saber”

Albert Einstein

# DEDICATORIA



Esta tesis está dedicada a las personas más importantes en mi vida, que han guiado mi carrera profesional y además todos los días me siguen dando lecciones de madurez, haciendo que cada minuto sea más desafiante y entretenido, me refiero a mi esposo Julio Santiago y hermana Laura que gracias a su apoyo incondicional puedo convertirme hoy en profesional. A mi querido hijo Matheo la alegría de mis días, mi abuela y madre por su apoyo brindado en tiempos de dedicación a este proceso para estar hoy más felices y juntos.

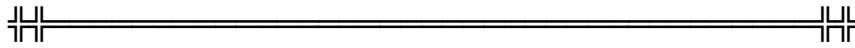
# AGRADECIMIENTOS



A mis tutores Reinier Jiménez Borges y Jenny Correa Soto por su apoyo incondicional desde los primeros momentos.

- A mis amigos de estudios, Damaiky Carrasco, Luis M González y Delvis Estrada por todos estos años de amistad y ayuda, que me alentaron en el desafío de mi carrera profesional por todo este hermoso y difícil camino que hemos recorrido juntos.
- A mis compañeros de trabajo, por estar presentes durante todo el avance de esta investigación, apoyándome y tributándome toda la información que les solicitaba, en especial a Jorge Félix García Madruga, Jefe de Logística de la UEB Transporte Escolar Cienfuegos.
- Y a cada uno de los profesores quienes nos entregaron su experiencia y conocimiento.
- A nuestra revolución por darme la oportunidad de convertirme en un profesional.

# RESUMEN

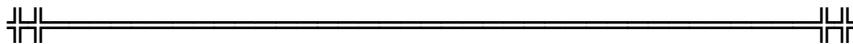


## Resumen

En la presente investigación tiene como principal objetivo proponer acciones de mejora para la gestión energía en la UEB Dirección general Transporte Escolar Cienfuegos basado en la norma cubana NC ISO 50 001: 2019. Fueron presentadas las herramientas tales como los diagramas de Pareto para los portadores energéticos, los gráficos de control para consumo y producción, se propuso una línea base energética y se calculó el indicador de desempeño energético para dicha UEB todo ello mediante la facilidad de la herramienta Excel. Finalmente se aplicaron como lista de chequeo 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. Como oportunidades de ahorro de energía se propuso la sustitución de luminarias fluorescentes por tecnología LED, así como la propuesta de un Sistema Solar Fotovoltaico (SSFV) simulado en el *software* PVSyst como implementación en dicha empresa, siendo estos una de las vías para la reducción del consumo de energía eléctrica y contribución a mejora de la competitividad empresarial de la misma.

**Palabras claves:** eficiencia energética, gestión de la energía, Sistema Solar Fotovoltaico, Línea de Base Energética, tecnología LED.

# ABSTRACT



## **Abstract**

The main purpose of this research is to propose improvement actions for energy management in the UEB Direction General Escolar Cienfuegos based on the Cuban standard NC ISO 50 001: 2019. Tools such as Pareto diagrams for energy carriers, control charts for consumption and production were presented, an energy baseline was proposed and the energy performance indicator for this UEB was calculated using the Excel tool. Finally, surveys were applied as a checklist to determine the barriers for the implementation of the energy management system, with the expectation of mostly positive results in the medium and long term. As energy saving opportunities, the replacement of fluorescent lights with LED technology was proposed, as well as the proposal of a Solar Photovoltaic System (SSFV) simulated in the PVSyst software as implementation in the company, being these one of the ways to reduce electricity consumption and contribute to improve the business competitiveness of the company.

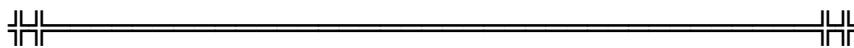
**Keywords:** energy efficiency, energy management, energy baseline, Solar technology, LED, Photovoltaic System.

## Índice

<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1: GESTIÓN DE LA ENERGÍA. FUNDAMENTOS GENERALES.</b> .....	<b>6</b>
.....	6
1.2 Gestión de la energía. ....	6
1.3 Fundamentos de la gestión energética. ....	9
1.4 Familia de Normas ISO 50 000 para la Gestión de la Energía.....	10
1.5 Eficiencia Energética. Generalidades .....	12
1.5.1 Oportunidades de mejoras de eficiencia energética en algunos sectores .....	13
1.6 La gestión de la energía en la UEB Transporte Escolar Cienfuegos.....	14
1.7 Herramientas para la planificación energética en sistemas de gestión de la energía según la Norma Cubana NC ISO 50 001: 2019.....	15
1.7.1 Revisión energética. ....	16
1.7.1. a Análisis de los usos y consumos de energía.....	16
1.7.1. a.1 Gráfico de consumo de energía y producción en el tiempo (E-P vs. T). ....	17
1.7.1. a.2 Gráfico de Tendencia o Sumas Acumulativas (CUSUM).....	18
1.7.1. b Identificación de las áreas de los usos significativos de la energía (USEn)..	18
1.7.1. b.1 Diagrama de Pareto. ....	19
1.7.2 Oportunidades para mejorar el desempeño energético en la Organización. ....	19
1.7.2. a Auditorías Energéticas. ....	20
1.7.3 Línea de base energética (LBE <sub>n</sub> ) y Línea Meta. ....	21
1.7.4 Indicadores de desempeño energético (IDEn). ....	22
1.8 Conclusiones parciales del capítulo.....	22
<b>CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA UEB TRANSPORTE ESCOLAR CIENFUEGOS</b> .....	<b>24</b>
2.1 Caracterización de la UEB Transporte Escolar Cienfuegos.....	24
2.2 Metodología para la realización de revisiones energéticas basadas en la norma cubana ISO 50001:2019 .....	27
2.3 Caracterización energética UEB Transporte Escolar Cienfuegos .....	28
2.4 Censo de cargas instaladas UEB Transporte Escolar Cienfuegos. Dirección general. ....	34

2.5 Línea de Base Energética (LBE <sub>n</sub> ) e Indicador de Desempeño Energético (IDEn) UEB Transporte Escolar Cienfuegos.....	39
2.6 Conclusiones parciales del capítulo.....	44
<b>CAPÍTULO 3: DESARROLLO DE LOS ELEMENTOS BÁSICOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA. OPORTUNIDADES DE MEJORAS. ....</b>	<b>43</b>
3.1 Encuesta a la alta dirección para la implantación de sistemas de gestión energética según la norma NC ISO 50001:2019” .....	43
3.2 Encuesta a técnicos de la producción y procesamiento.....	46
3.3 Responsabilidad de la dirección. Representante de la dirección .....	49
3.3.1 Alcance y Límites.....	49
3.4 Política energética.....	49
3.5 Oportunidades de mejoras energéticas para la empresa Escolares Cienfuegos. ...	51
3.5.1 Propuestas de sustitución de lámparas fluorescentes por tecnología LED de bajo consumo.....	51
3.5.2 Propuesta de utilización de un Sistema Solar Fotovoltaico (SSFV). Simulación mediante el software PVSyst 7.1.2. ....	54
<b>3.6 Evaluación económica .....</b>	<b>58</b>
3.6.1 Costos de Inversión.....	59
3.6.2 Datos de las tasas a utilizar en la evaluación económica. ....	60
3.6.3 Consumos y costos de energía eléctrica de la empresa Escolares Cienfuegos... 60	
3.5 Conclusiones parciales.....	64
<b>CONCLUSIONES GENERALES.....</b>	<b>65</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>72</b>

# INTRODUCCIÓN



## Introducción

La gestión energética es el conjunto de acciones y procesos que buscan la optimización del consumo energético con el fin de lograr una mayor eficiencia, racionalidad y ahorro.

El gasto en energía es un factor clave tanto en la cuenta de resultados de las empresas como en la economía de los particulares. Una gestión energética adecuada permite reducir costes —lo que redundaría en la competitividad en el caso de las industrias y negocios— y emisiones de CO<sub>2</sub>. Para lograrlo, es necesario implantar un sistema de gestión energética acorde con las necesidades de cada organización, actividad, edificio o vivienda. (Alarcón, 2012), (Villafrades, Muñoz, 2020).

Hacer un uso eficiente de la energía es parte esencial para llegar a un futuro energético sostenible. Además, es una obligación que tenemos todos, en especial las empresas y la industria, para disminuir los gases contaminantes responsables del calentamiento global. Solo si sumamos el alto consumo energético al impacto medioambiental y al elevado coste actual de la factura eléctrica, empezamos a entender la necesidad de contar con un Sistema de Gestión de la Energía, (SGEN) en nuestra empresa. Al final, la sostenibilidad empresarial, medioambiental y financiera es importante para todos y también para la empresa. (Díaz, 1999).

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 (Rodríguez, 2016), (Guerra, 2018).

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 estos 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 (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 (Díaz, 2016). 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 realizaron un estudio estadístico de las mismas, proponiendo un grupo de indicadores de consumo particulares para esta entidad.

En el año 2009 se decide formar las Empresas Provinciales de Transporte Escolar, adscritas al Grupo Empresarial de Transporte Escolares, conocido con las siglas GETE, funcionando, así como una empresa de categoría nacional hasta el año 2015 en que se convierte nuevamente en UEB pertenecientes a la ETE, Empresa de Transporte Escolar, radicada en la ciudad de La Habana. La ETE tiene como objeto social fundamental, brindar servicios de Transportación de pasajeros, priorizando escolares, así como prestar servicios de flete. La estructura organizativa está conformada por seis grupos de trabajo subordinados a la dirección general, así como tres bases de transporte.

La gestión de la energía en la UEB Transporte Escolar Cienfuegos se lleva a cabo a través de la lectura diaria en el metro contador instalado, dicha lectura toma lugar por el personal del puesto de mando de la entidad a las 6 am y se realiza una segunda lectura a las 11:00 am para la elaboración del parte mensual por la unidad, siendo hasta el momento lo que cuenta la empresa en materia de energía. Hasta el momento no se ha realizado un estudio energético basado en la NC ISO 50 001:2019 en la UEB Transporte Escolar Cienfuegos, específicamente en la UEB 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, aun cuando es necesario dado por la demanda creciente

de uso de la energía, siendo esta de un 13,3 % en el último año con relación al año anterior, todo esto constituyendo la situación problemática de la investigación.

Por lo que se declara el siguiente **Problema de Investigación:**

¿Es posible mediante la determinación de acciones de mejora, la gestión de energía en la UEB Dirección general Transporte Escolar Cienfuegos?

**Objetivo general:**

Proponer acciones de mejora para la gestión energía en la UEB Dirección general Transporte Escolar Cienfuegos.

**Objetivos específicos:**

- Realizar una búsqueda bibliográfica sobre los sistemas de gestión de la energía y su posible aplicación en la UEB Transporte Escolar Cienfuegos, específicamente en la UEB dirección general, así como los fundamentos de la NC ISO 50 001:2019.
- Desarrollar un estudio energético de la UEB dirección general basada en la NC-ISO 50 001:2019.
- Determinar los elementos básicos del sistema de gestión energética UEB Transporte Escolar Cienfuegos.

**Técnicas y métodos utilizados**

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

- Aporte fundamental de la investigación

Presentar una caracterización energética en la UEB dirección general basada en la NC-ISO 50 001:2019 que permita presentar la estructura de gastos, los diagramas de control para consumo y producción, 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: Se realiza una búsqueda bibliográfica sobre los fundamentos de la NC-ISO 50 001:2019, así como se caracteriza la UEB Transporte Escolar Cienfuegos.
- Capítulo 2: Se desarrolla una caracterización energética de la UEB dirección general basada en la NC-ISO 50 001:2019 determinándose la estructura de gastos, los diagramas de control para consumo y producción, 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 SGE en basado en la NC-ISO 50 001:2019 en la UEB. Se lleva a cabo la identificación de las oportunidades de reducción de la energía desarrollándose dos propuestas dentro de la UEB.

# CAPÍTULO 1



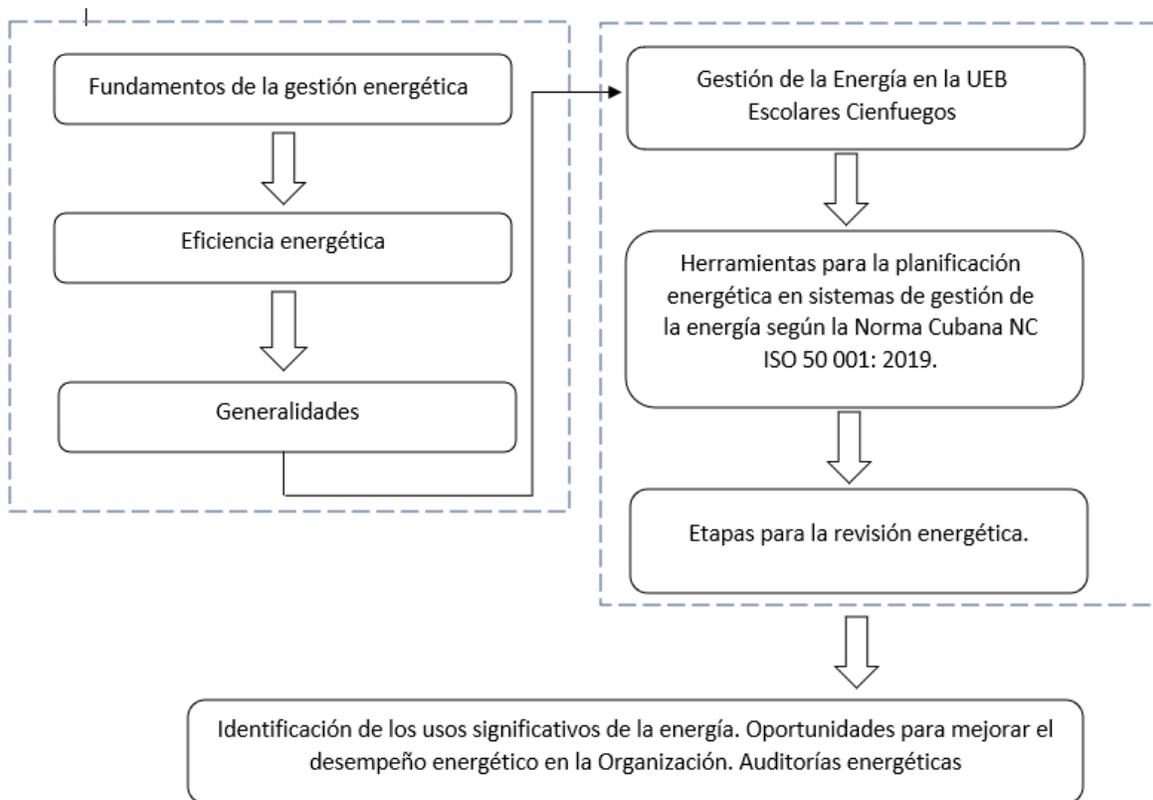
# CAPÍTULO 1: GESTIÓN DE LA ENERGÍA. FUNDAMENTOS GENERALES.

## 1.1 Introducción al capítulo

En este capítulo se describen los fundamentos de los sistemas de gestión de la Energía (SGE), particularizando en la norma ISO 50 001:2019. Se caracteriza de manera general las particularidades de gestionar la energía en la UEB Transporte Escolar Cienfuegos dirección general. Además, se presentan las herramientas básicas para el desarrollo de la etapa de planificación energética basada en dicha norma de gestión de la energía. La figura 1.1 presenta el hilo conductor de la investigación detallando las etapas relacionadas con el marco teórico referencial.

**Figura 1.1.**

*Hilo conductor de la investigación*



**Nota:** (Elaboración propia)

## 1.2 Gestión de la energía

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).

La Norma ISO 50 001 es una herramienta que sirve de guía a cualquier tipo de empresa a diseñar e implantar un sistema de gestión de la energía dirigido a la mejora continua del comportamiento energético, lo que se traduce en ahorro de energía y por ende, ahorro económico.

Por esta razón cada vez más organizaciones se deciden a implantar y certificar un sistema de gestión de la energía de acuerdo a la norma ISO 50 001 y a esto se suma que cada vez hay más impulsos legales que impulsan a las empresas a poner en marcha el Sistema de Gestión de la Energía, algunos ejemplos son el Real Decreto 56/2016 que exime a las grandes empresas certificadas de repetir una auditoría energética cada 4 años o las recientes subvenciones a consumidores con elevado consumo de energía que están obligados a implantar y certificar un Sistema de Gestión de la Energía ISO 50 001.

Los sistemas según la norma ISO 50 001 tiene una base técnica importante centrada en la revisión energética que es asimilable a una auditoría energética y las líneas base de la energía que se basan en definir los algoritmos que permiten a la organización medir el ahorro energético alcanzado, independientemente de aquellas variables independientes que afectan al comportamiento energético.

La norma internacional ISO 50 001 es muy similar a las normas de gestión de calidad y medio ambiente ISO 9 001 y 14 001, lo que facilita enormemente la puesta en marcha del sistema de gestión de la energía en aquellas empresas que ya tengan un sistema de acuerdo con esas normas certificado.

El éxito de un proyecto de diseño e implantación de sistemas ISO 50 001 depende que se realice previamente un buen análisis del punto de partida de la empresa y de las herramientas y prácticas en la gestión de la energía de las que disponga en el ese momento para adaptar el sistema que se diseñe a las circunstancias propias de esa organización.

Por ejemplo, organizaciones que cuentan con sistemas de monitorización tienen facilidades para construir y automatizar las revisiones energéticas y las líneas base de la energía. Otro ejemplo son las empresas que cuentan con múltiples puntos de suministro y para las que se debe diseñar un sistema que permita aglutinar y tratar los datos. Las plataformas de

gestión de la energía son una solución ideal para este tipo de casos ya que permiten ahorrar tiempo, esfuerzos y ofrecer mayor fiabilidad de los datos.

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 realizaron un estudio estadístico de las mismas, proponiendo un grupo de indicadores de consumo particulares para esta entidad.

En la investigación titulada “Diseño de reglamento e indicador de gestión energética. Aplicación en la Empresa de Recuperación de Materias Primas de Sancti Spíritus” se desarrolla un procedimiento que comienza con la elaboración de un diagnóstico energético mediante la utilización de herramientas de la norma cubana NC ISO 50 001, se diseña y propone un reglamento que sitúe la gestión energética dentro de la base reglamentaria de la organización estudiada, creando de esta manera las condiciones necesarias para planificar, ordenar, administrar y controlar el uso de los portadores energéticos.

La investigación titulada “Implementación de la Tecnología de gestión total eficiente de la energía en la Planta de Hielo de Sancti Spíritus”, refiere la aplicación de un procedimiento para la mejora de la eficiencia energética que consiste en cuatro escalones invariables, tales como: definición de los procesos altos consumidores y organización del equipo de mejoramiento que debe hacer una valoración de cada problema; diagnóstico de recorrido en el que se identifican las causas, origen y sostén; identificación de oportunidades, propuesta de alternativas de solución donde se analiza el proyecto de mejora; evaluación del proyecto de mejora, se proponen las direcciones factibles que permitirán alcanzar y mantener los nuevos indicadores de eficiencia energética.

### **1.3 Fundamentos de la gestión energética.**

La necesidad de gestionar o administrar la energía, busca racionalizar el uso de esta 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 14 001, ISO 9 001). 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 nuestra organización además de ser un reto es una meta implementar a largo plazo un SGE en basado en la Norma ISO 50 001: 2019, experimentando mejoras continuas, optimizando procesos que permitan reducir los costos, disminuir la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, así como monitorear constantemente el comportamiento de consumo de energía.

#### 1.4 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 50 001:2018, posterior a ello nace en su versión de actualización ISO 50 001:2018 (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 la 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, por lo tanto, es sumamente decisivo para el desarrollo de nuestro país. En la figura 1.3 se muestra la familia de la ISO 50 001.

### Figura 1.3

*Familia de la ISO 50 001.*



Nota: (Díaz, 2016).

### 1.5 Eficiencia Energética. Generalidades

La Eficiencia Energética consiste en el ahorro y uso inteligente de la energía sin pérdidas ni desperdicios, utilizando la mínima energía y manteniendo la calidad de bienes y servicios, para conservar el confort.

La eficiencia energética es el uso eficiente de la energía, para de esta manera optimizar los procesos productivos y el empleo de la energía utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios. No se trata de ahorrar luz, sino de iluminar mejor consumiendo menos electricidad, por ejemplo.

Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden reducir el consumo energético para disminuir costos y promover sostenibilidad económica,

política y ambiental. Los usuarios industriales y comerciales pueden desear aumentar eficacia y maximizar así su beneficio.

### **1.5.1 Oportunidades de mejoras de eficiencia energética en algunos sectores**

Prácticamente en todas las actividades diarias se consume energía, solo que esta no es consumida eficientemente. A continuación, se exponen una serie de medidas que están a nuestro alcance en los diferentes espacios en que nos desenvolvemos diariamente, pero sin embargo muy pocos ponen en práctica en la vida cotidiana.

#### Industria

- ❖ Promover los sistemas de gestión de la energía y proyectos de eficiencia energética a través de monitoreo y reporte, mantenimiento preventivo y reducción de pérdidas y evaluación comparativa.
- ❖ Promover equipos y sistemas industriales de alta eficiencia a través de estándares mínimos de desempeño energético, con las mejores tecnologías disponibles y el entrenamiento de capacidades.
- ❖ Garantizar que los motores instalados en los procesos industriales sean eficientes y funcionen de manera fiable.
- ❖ Se identificarán los procesos consumidores finales de energía, así como la cantidad a consumir y de qué tipo de energía se necesita (térmica, frigorífica, eléctrica...), para después elegir el tipo de energía primaria que se empleará para abastecer dicha demanda.
- ❖ Conocidas las necesidades energéticas y las fuentes disponibles, se seleccionarán las fuentes de energía adecuadas para el proceso, teniendo en cuenta factores como la disponibilidad de suministro, precio, legislación vigente, adaptabilidad de los equipos de la planta, demanda energética y previsiones futuras

#### Transporte

- ❖ Mejorar la planificación del sistema y la eficiencia del transporte a nivel local, nacional y regional diversificando los sistemas de transporte y fuentes de combustibles y promoviendo medidas financieras complementarias en coordinación activa y continua entre las autoridades nacionales, regionales y locales.
- ❖ Implementar estándares de eficiencia energética y sistemas de etiquetado energético obligatorios para vehículos a través de la actualización periódica de

estándares, políticas complementarias fiscales y de incentivos y la armonización de estándares.

- ❖ Promover componentes automotrices (no relacionados con el motor) de consumo eficiente de combustible mediante estándares y protocolos de pruebas internacionales y/o regionales.
- ❖ Mejorar la eficiencia operativa de los vehículos (ligeros y pesados) a través de formación y sensibilización, mantenimiento preventivo e inspecciones e instrumentos de verificación a bordo.

La Eficiencia Energética es hoy en día una prioridad, tanto en el ámbito de consumo como en el de producción de energía. Los altos costes, así como una mayor responsabilidad medioambiental, hacen que empresas de todos los sectores busquen constantemente la llave que les permita una gestión inteligente de la energía.

Los negocios están entrando en un periodo de transformación hacia una economía baja en carbono, en un escenario obligado a regirse por los alcances de la eficiencia energética, las tecnologías limpias y los mercados de CO<sub>2</sub>. Las empresas deben identificar los procesos más intensivos en energía dentro de su actividad, para implementar medidas de mitigación y reducir su consumo energético. Para ello, los pasos clave que cualquier organización debe considerar para reducir su consumo energético y aumentar su eficiencia son:

1. Disponer de un compromiso para reducir el impacto de su empresa sobre el cambio climático, una auditoría energética y de cuantificación de emisiones (decidir qué emisiones se deben incluir en su inventario, medir y comparar su rendimiento).
2. Mejorar la eficiencia operacional. Reducir el consumo de energía y sus emisiones requiere ejecutar operaciones de la empresa de manera más eficiente.

## **1.6 La gestión de la energía en la UEB Transporte Escolar Cienfuegos**

La gestión de la energía en la UEB Transporte Escolar Cienfuegos se lleva a cabo a través de la lectura diaria en el metro contador instalado, dicha lectura toma lugar por el personal del puesto de mando de la entidad a las 6 am y se realiza una segunda lectura a las 11:00 am para la elaboración del parte mensual por la unidad. La tarifa eléctrica aplicada en la UEB es la B-1 es decir una tarifa general de Baja Tensión, aplicados a todos los consumidores con estas características.

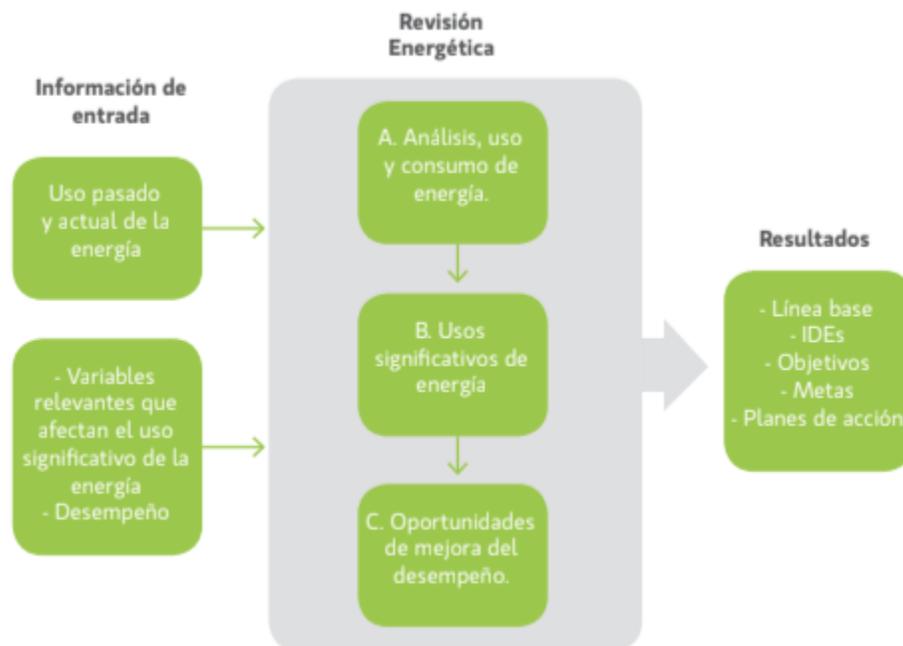
## 1.7 Herramientas para la planificación energética en sistemas de gestión de la energía según la Norma Cubana NC ISO 50 001: 2019

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.

Esto posibilita identificar oportunidades de mejora y establecer los objetivos, metas y planes de acción para la mejora continua del desempeño energético, elementos centrales del sistema de gestión. En la figura 1.4 se muestra el diagrama conceptual del proceso de planificación energética.

**Figura 1.4**

*Diagrama conceptual del proceso de planificación energética.*



Nota: (Alarcón, 2012).

### **1.7.1 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.

#### **1.7.1. 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:

1. 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.

2. 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.
3. 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.
4. 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 50 001:2019.

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).

#### **1.7.1. a.1 Gráfico de consumo de energía y producción en el tiempo (E-P vs. T)**

Esta herramienta 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. El gráfico como herramienta se realiza para cada portador energético importante de la empresa y también puede establecerse a nivel de equipos o área.

La utilización de esta herramienta 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, esta gráfica 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.

#### **1.7.1. a.2 Gráfico de 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 1.1 de tendencia o sumas acumulativas CUSUM.

$$\text{CUSUM} = ((E_{\text{real}} - E_{\text{tendencia}})I + (E_{\text{real}} - E_{\text{tendencia}})I - 1) \quad (1.1)$$

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).

#### **1.7.1. b 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.

#### **1.7.1. b.1 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 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.

#### **1.7.2 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 SGE. 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.

### **1.7.2. 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.

### **1.7.3 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 1.2 de Línea Base Energética.

$$E = m * P + E_0 \tag{1.2}$$

Dónde:

E = energía consumida [kWh o BTU]

m = pendiente de la función [energía / producción]

P = producción correspondiente de la entidad

Eo = 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).

#### **1.7.4 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.

#### **1.8 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 nuestra organización, de ahí la importancia de su utilización en aras de hacer más eficiente nuestro proceso de consumo de energía eléctrica, además reduce los costos de producción, así como la emisión de gases de efecto invernadero a la atmosfera.

3. Esta herramienta impacta positivamente en la reducción de los gastos en nuestra empresa, fundamentalmente en la reducción por consumo de energía. Además, es adecuada, para la situación actual de nuestro país en que la adquisición de los combustibles fósiles es bien limitada.

# CAPÍTULO 2



## **CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA UEB TRANSPORTE ESCOLAR CIENFUEGOS**

En este capítulo se caracteriza primeramente la UEB Transporte Escolar Cienfuegos. Se detalla el consumo de portadores energéticos y la potencia total instalada por áreas de la UEB. A partir de los consumos energéticos para dicha empresa se realizan los gráficos de control de la energía. Se propone una LBE<sub>n</sub> y el IDE<sub>n</sub> igualmente considerando los m<sup>2</sup> de la unidad y el efecto de la climatización en esta.

### **2.1 Caracterización de la UEB Transporte Escolar Cienfuegos**

En el desarrollo del país a partir del triunfo de la revolución armada el primero de enero de 1959 se comienza a trabajar sobre las necesidades básicas del pueblo cubano delineadas con precisión por Fidel Castro en su alegato conocido como La Historia me Absolverá en el juicio del Moncada.

Luego de realizada la Campaña de Alfabetización, continuó el cumplimiento de las aspiraciones revolucionarias y se comienza a ampliar el alcance de los niveles de educación del pueblo cubano, surgen las escuelas en el campo y con estas actividades las necesidades de transportación de alumnos y profesores hacia esos destinos, y así, se van estableciendo las bases de transporte para cumplir estas misiones.

La actividad que comenzó dentro del sistema educacional en formación fue posteriormente trasladada hacia los órganos de administración popular, luego la actividad de transporte en las provincias asume esas bases como unidades básicas económicas dentro de su estructura, proceso que se fue correspondiendo con las distintas estructuras de la organización del país.

En el año 2009 se decide hacer de estas unidades las Empresas Provinciales de Transporte Escolar, adscritas al Grupo Empresarial de Transporte Escolares, conocido con las siglas GETE, funcionando, así como una empresa de categoría nacional hasta el año 2015 en que se convierte nuevamente en UEB pertenecientes a la ETE, Empresa de Transporte Escolar, radicada en la ciudad de La Habana. El objeto social fundamental de dicha empresa radica en:

#### **Objeto Social**

1. Brindar servicios de Transportación de pasajeros, priorizando escolares.
2. Prestar servicios de flete.

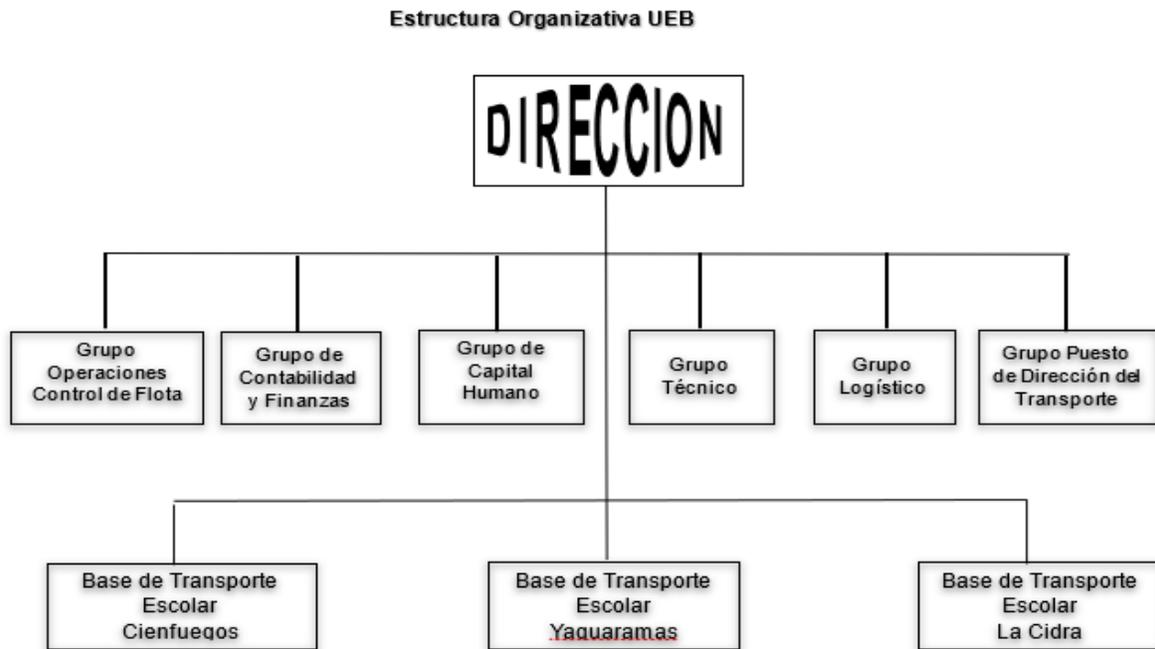
**Actividades secundarias:**

1. Brindar servicios de arrendamientos de locales.
2. Brindar servicios de arrendamientos de almacenaje.
3. Ofrecer servicios de parqueo.
4. Comercializar de forma mayorista chatarras al sistema de la unión de empresas de recuperación de materias primas.
5. Servicio de grúa y remolque.
6. Servicio de asistencia técnica a vehículos automotores.
7. Prestar servicio de reparación y mantenimiento de medios de transporte.
8. Ofrecer servicios de fregado, ponchera, y pintura de medios de transporte.
9. Servicios de transportación a sus trabajadores.
10. Servicio de transportación a la población como apoyo a la actividad de transporte urbano.
11. Servicios de transportación de carga, cumpliendo las regulaciones emitidas por el Ministerio del Transporte.
12. Prestar servicio de auxilio y asistencia técnica con móviles especializados a vehículos en la vía.
13. Arrendamiento de medios de transporte a personas jurídicas.

La misión que tiene la UEB Transporte Escolar Cienfuegos es prestar un servicio de transportación de alta calidad para clientes siempre exigentes. La estructura en la dirección UEB está representada por 6 grupos que se subordinan directamente a esta y 3 bases de transporte (Figura 2.1).

**Figura 2.1.**

*Estructura Organizativa para la UEB Dirección General.*



Nota: (Elaboración propia)

Como fuerzas favorables deben mencionarse

1. El interés y la voluntad mostrados por la máxima dirección y la buena acogida del personal a la decisión tomada en cuanto al diagnóstico con vistas a una futura implantación de un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC).
2. La consagración del personal de UEB Transporte Escolar Cienfuegos en el desempeño de su trabajo y el sentido de pertenencia de este.
3. La imagen creada en el mercado
4. La estabilidad laboral de sus trabajadores, el conocimiento y dominio técnico de la actividad.

Como barreras que pueden limitar el desarrollo y posterior implantación del Sistema de la Calidad deben mencionarse:

1. No poseer un dominio de la norma NC-ISO 9001:2019, ni del enfoque de procesos.
2. Falta de profesionalidad del personal.

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

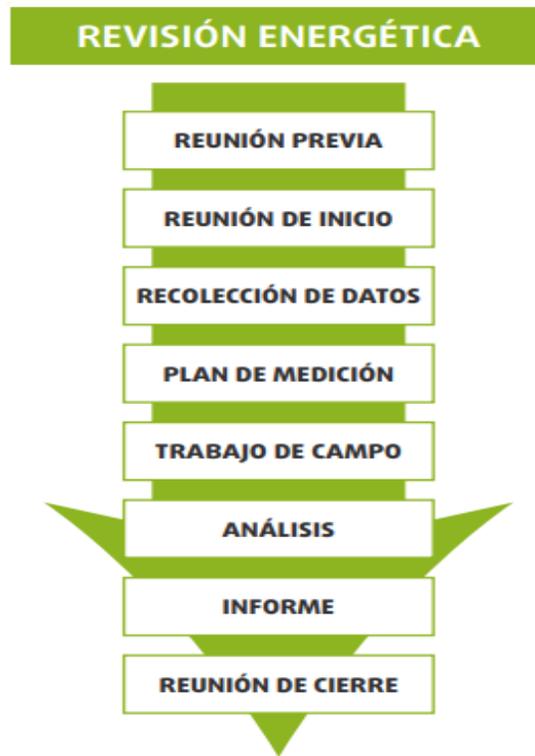
Según (ONURE, 2021), cualquier organización que desee gestionar su energía según los criterios de NC ISO 50001:2019 debe comenzar por realizar una revisión energética donde básicamente se analice cómo se está usando y consumiendo la energía. El tiempo de cada revisión energética estará en correspondencia 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 nuestro 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 SGEn.

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 2.2):

**Figura 2.2**

*Etapas de la metodología para la revisión energética*



Nota: (ONURE, 2021)

### **2.3 Caracterización energética UEB Transporte Escolar Cienfuegos**

La tabla 2.1 representa la estructura de portadores energéticos para la UEB, para este estudio no fueron considerados los aceites lubricantes. Dichos portadores fundamentales son: la gasolina, diésel y la energía eléctrica. Los consumos presentados a continuación correspondientes al año 2021 representan el uso de estos con respecto al total de la UEB. La gasolina y diésel con un 51,27% y 47,86 % respectivamente caracterizan el objeto social de la unidad. A partir de una decisión de la dirección general se propuso que, aunque la energía eléctrica no tiene un peso representativo dentro del total de consumo si es de interés estudiar su comportamiento para la dirección general con vistas a contar con las herramientas que permitan caracterizar adecuadamente la energía donde hasta el momento no se ha considerado ningún estudio basado en la norma cubana NC ISO 50 001:2019 de gestión de la energía.

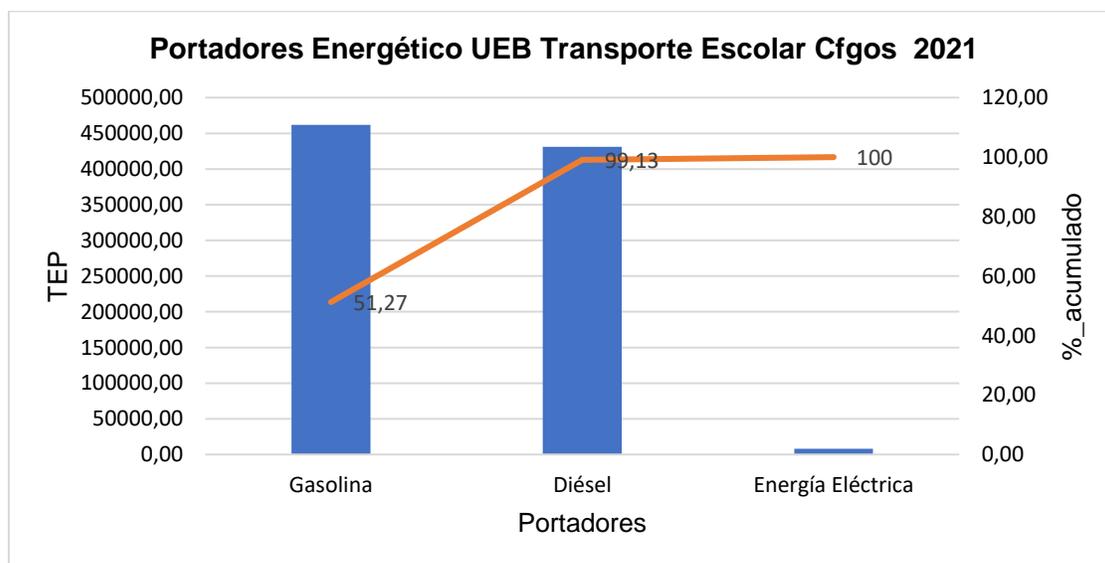
**Tabla 2.1**

Consumo de portadores energéticos para la UEB Transporte Escolar Cienfuegos 2021.

Portadores	U/M	Cantidad	FC	TEP	%_total	% acumulado
Gasolina	Lts	420829	1.0971	461691.50	51.27	51.27
Diésel	Lts	409138	1.0534	430985.97	47.86	99.13
Energía Eléctrica	kWh	25365.89	0.31	7863.43	0.87	100
Total				900 540.89		

Nota: (Elaboración propia)

La figura 2.3 representa en un gráfico de Pareto el consumo de portadores energéticos para el 2021. Dicho consumo estimado en Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEP) permite comparar en una base común dichos consumos. El consumo de gasolina para este año fue superior al diésel en un 7,12%. La energía eléctrica, aunque representa solo el 1% del consumo para la UEB cuenta con un consumo aproximado de 25 365,89 kWh o 7 863.43 TEP.

**Figura 2.3***Distribución del consumo de portadores para la UEB Transporte Escolar Cienfuegos 2021.*

Nota: (Elaboración propia)

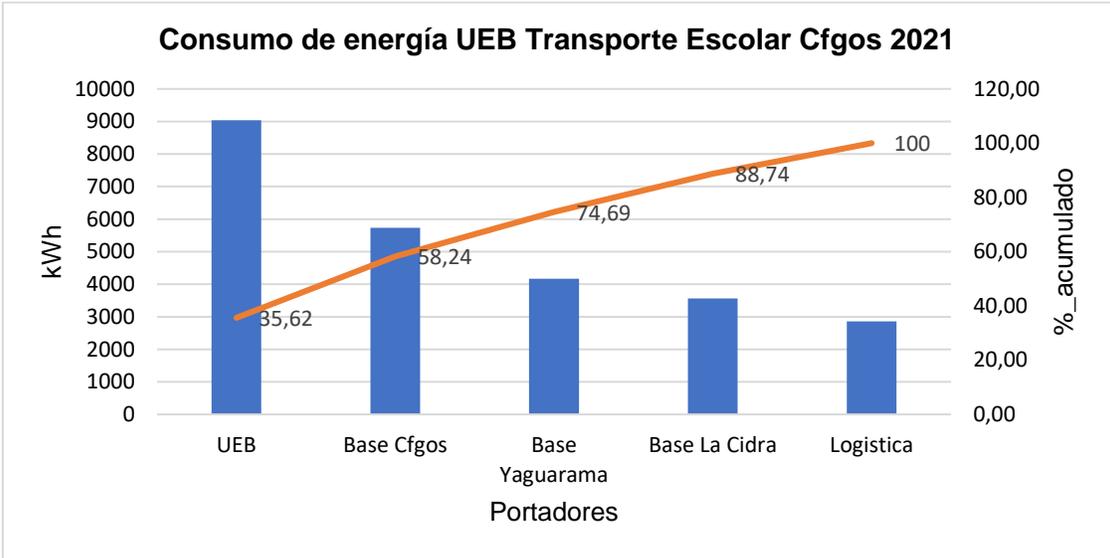
El consumo de energía eléctrica para la empresa está distribuido en 5 áreas fundamentales, estas son: La UEB dirección general, el área de logística, y las tres bases de transportación. Para el 2021 el consumo de energía que representó el 80% del total de consumo para la

empresa fue la UEB dirección general con el 35,62% (9 000 kWh), la base Cienfuegos con el 22,62 %(5 600 kWh) y la Base Yaguaramas con el 16,4% (4 100 kWh).

La figura 2.4 presenta la distribución del consumo de energía por áreas en la UEB Transporte Escolar Cienfuegos 2021.

**Figura 2.4**

*Distribución del consumo de energía por áreas en la UEB Transporte Escolar Cienfuegos 2021.*



Nota: (Elaboración propia)

Los consumos presentados a continuación correspondientes al año 2022 al igual que para el 2021 representan el uso de estos con respecto al total de la empresa. La gasolina y diésel con un 50,85 % y 48,17 % respectivamente son los más representativos para esta. El consumo de gasolina fue de 495 153,05 TEP mientras que para el diésel este fue de 468 990,53 TEP. El consumo de energía eléctrica este año fue de 30 763,49 kWh, superior al año anterior en un 17,5%.

La tabla 2.2 y figura 2.5 muestra el consumo de portadores energéticos para la UEB Transporte Escolar Cienfuegos 2022

**Tabla 2.2**

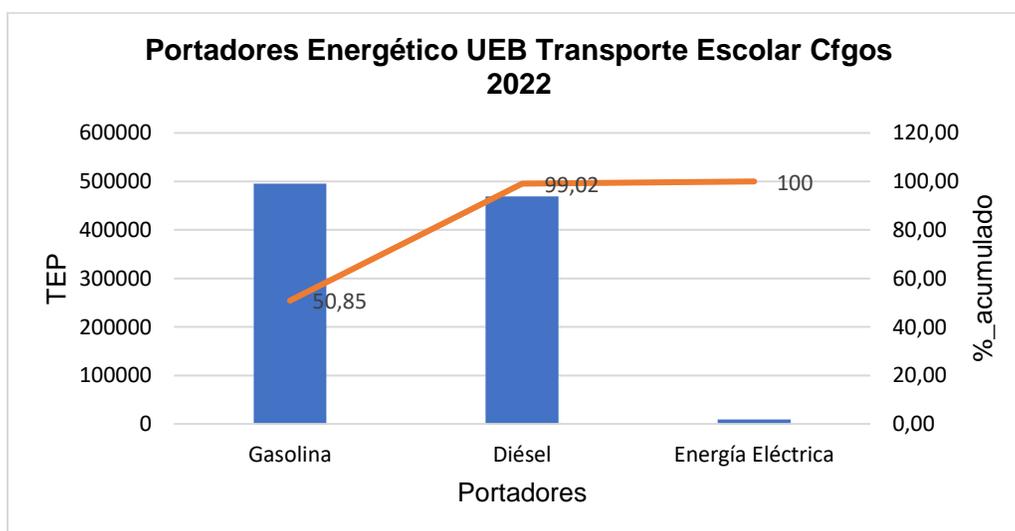
Consumo de portadores energéticos para la UEB Transporte Escolar Cienfuegos 2022.

Portadores	U/M	Cantidad	FC	TEP	%_total	% acumulado
Gasolina	Lts	451 329	1.0971	495 153.05	50.85	50.85
Diésel	Lts	445 216	1.0534	468 990.53	48.17	99.02
Energía Eléctrica	kWh	30 763.49	0.31	9 536.68	0.98	100
Total				973 680.26		

Nota:(Elaboración propia)

**Figura 2.5**

Distribución del consumo de portadores para la UEB Transporte Escolar Cienfuegos 2022.

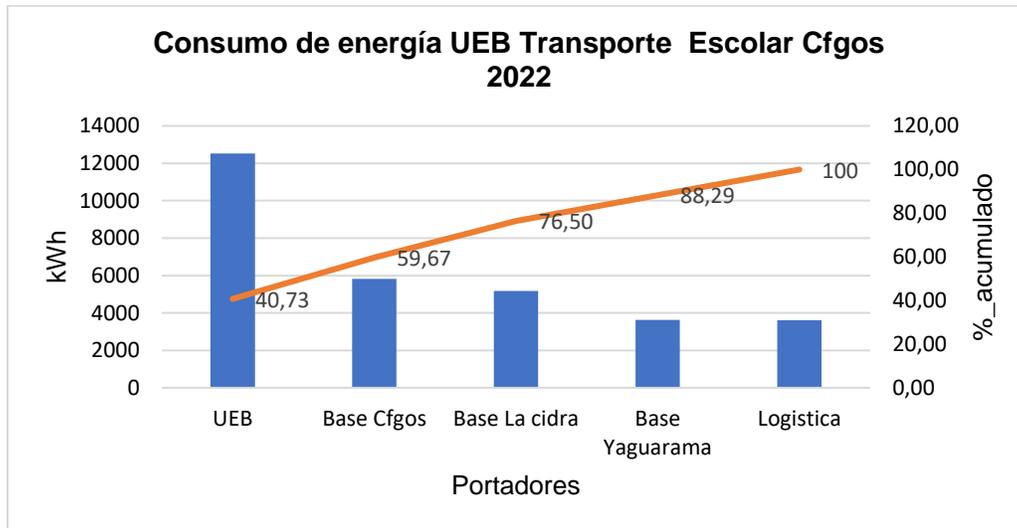


Nota: (Elaboración propia)

Para el 2022 el consumo de energía que representó el 80% del total de consumo para la empresa fue igualmente la UEB dirección general con el 40,73% (12 500 kWh), la base Cienfuegos con el 18,94 %(5 900 kWh) y la Base La Cidra con el 16,83% (5 100 kWh), se observa para este caso un comportamiento similar en la representación del consumo para la empresa. En la UEB el consumo de energía se incrementó con relación al 2021 en un 35% aproximadamente, esto se debe entre otras cosas a la incorporación de equipamiento adicional.

**Figura 2.6**

*Distribución del consumo de energía para UEB Transporte Escolar Cienfuegos 2022.*

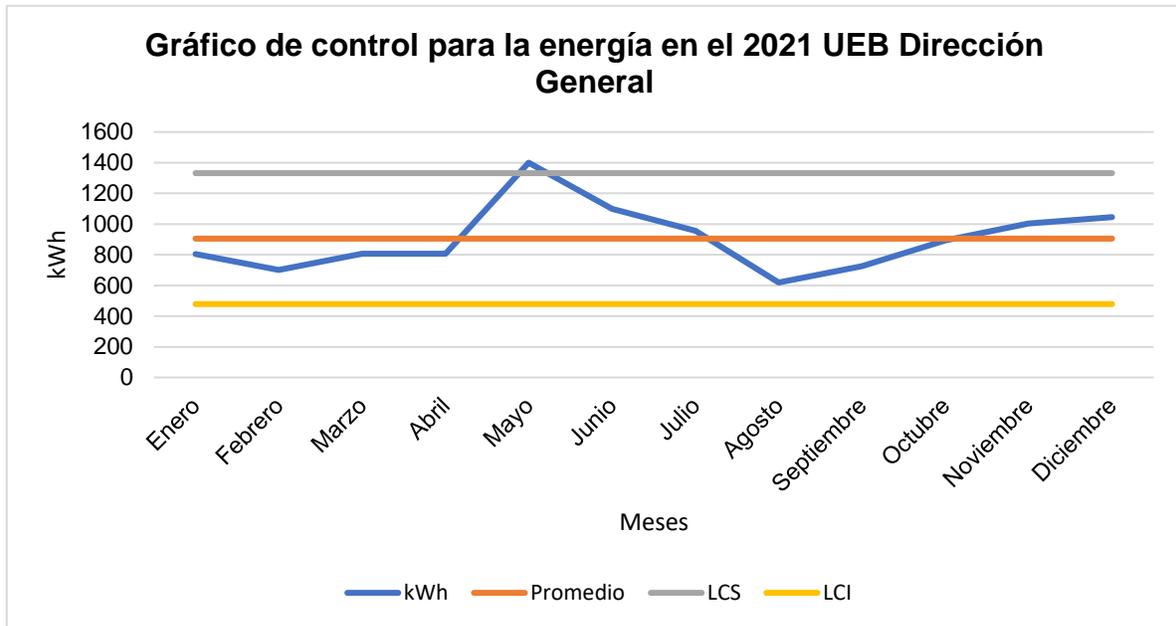


Nota: (Elaboración propia)

La figura 2.7 presenta el control de la energía eléctrica para el 2021 en la UEB Dirección General. El consumo total de energía para este año fue de 10 862.27 kWh, siendo la media de 905,15 kWh. Para la elaboración de este gráfico es necesario estimar la desviación estándar ( $\sigma$ ) con el fin de calcular los límites de control superior e inferior (LCS, LCI). Para este año  $\sigma$  fue estimada en 213,27 kWh. Los LCS y LCI fueron de 1 331,73 kWh y 478,5 kWh respectivamente. El consumo de energía para este año se mantiene dentro de los límites establecidos excepto para el mes de mayo debido fundamentalmente a que las temperaturas exteriores son superiores a otros meses.

**Figura 2.7**

Gráfico de control para el consumo de energía en UEB Dirección General 2021.

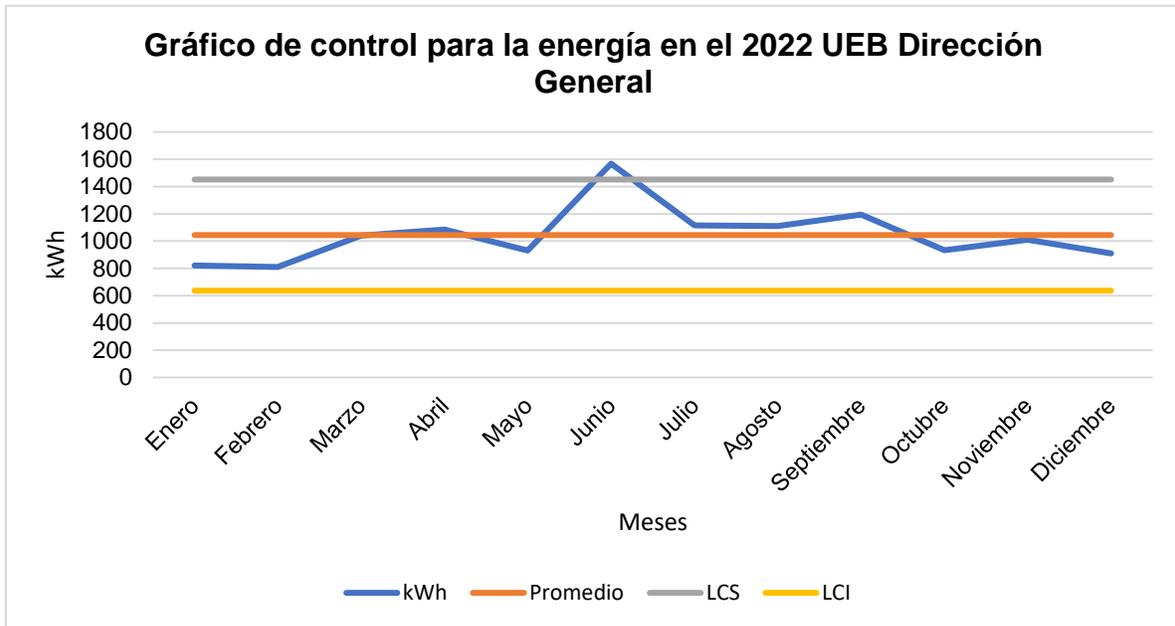


Nota: (Elaboración propia)

La figura 2.8 presenta el control de la energía eléctrica para el 2022. El consumo total de energía para este año fue de 10 862.27 kWh, siendo la media de 1 044,21 kWh, un 15,4% superior al año anterior. Los LCS y LCI fueron de 1 451,76 kWh y 636,6 kWh respectivamente. El consumo de energía para este año se mantiene dentro de los límites establecidos similar comportamiento al año anterior excepto para el mes de junio debido fundamentalmente a los meses de mayores temperaturas. En el anexo 3 se presenta de manera detallada la determinación de los límites de control para la energía en los años 2021 y 2022.

**Figura 2.8**

*Gráfico de control para el consumo de energía en UEB Dirección General 2022.*



Nota: (Elaboración propia)

#### **2.4 Censo de cargas instaladas UEB Transporte Escolar Cienfuegos. Dirección general.**

La edificación perteneciente a la empresa presenta una superficie total de 137,65 m<sup>2</sup>, la superficie ocupada por su parte es de 144,69 m<sup>2</sup>, en construcción cuenta con 288,15 m<sup>2</sup>. La superficie total utilizable es de 242,16 m<sup>2</sup>. Esta edificación linda por su frente con la calle 53 y por los laterales de esta con viviendas particulares. El largo total de esta es de 20,53 m y el ancho de 6,705 m. El anexo 2 presenta los planos de la edificación donde están marcados los locales con sus respectivas áreas. Las áreas seleccionadas dentro de la empresa son el área de pasillo, y los dos pisos con que cuenta la misma. La tabla 2.3 presenta el resumen del censo de carga por potencia instalada. Para el caso del pasillo dicha potencia se encuentra en 0,24 kW, el segundo piso 16,08 kW y el primer piso 17,74 kW como el de mayor potencia instalada, para un total de 34,065 kW. En el anexo 3 se presenta el censo de carga aplicado a la empresa distribuidos por locales

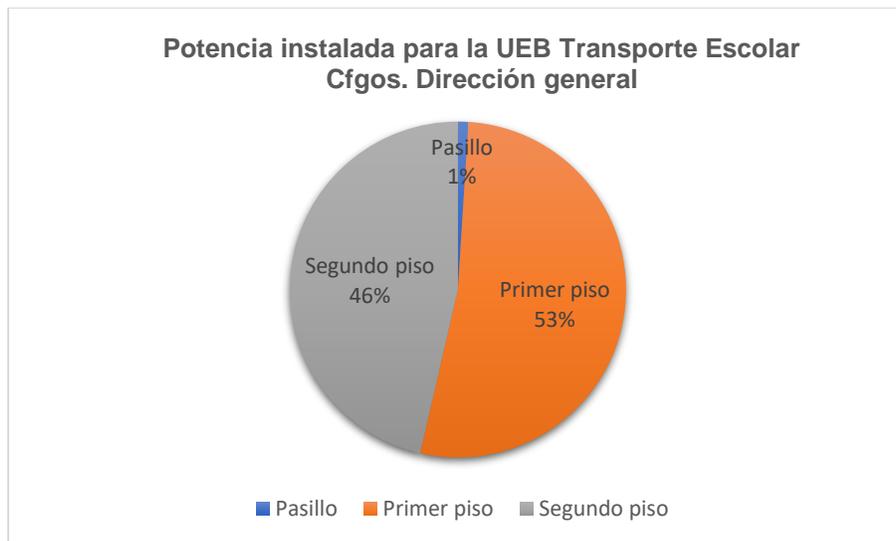
**Tabla 2.3** Potencia total instalada en la UEB Transporte Escolar Cienfuegos. Dirección general.

	<b>Potencia Total (W)</b>	<b>%</b>	<b>%_Acumulado</b>
<b>Pasillo</b>	240	0.70	0.70
<b>Primer piso</b>	17 740.4	52.08	52.78
<b>Segundo piso</b>	16 085.4	47.22	100
<b>Total</b>	34 065.8		

La figura 2.9 presenta la distribución porcentual para la potencia total instalada. El primer piso con un 53%, seguido del segundo piso 46% son las dos áreas esenciales para la empresa, toda la infraestructura de la misma se encuentra en dichos lugares.

**Figura 2.9**

*Distribución porcentual de la potencia instalada para la UEB Transporte Escolar Cienfuegos. Dirección general*

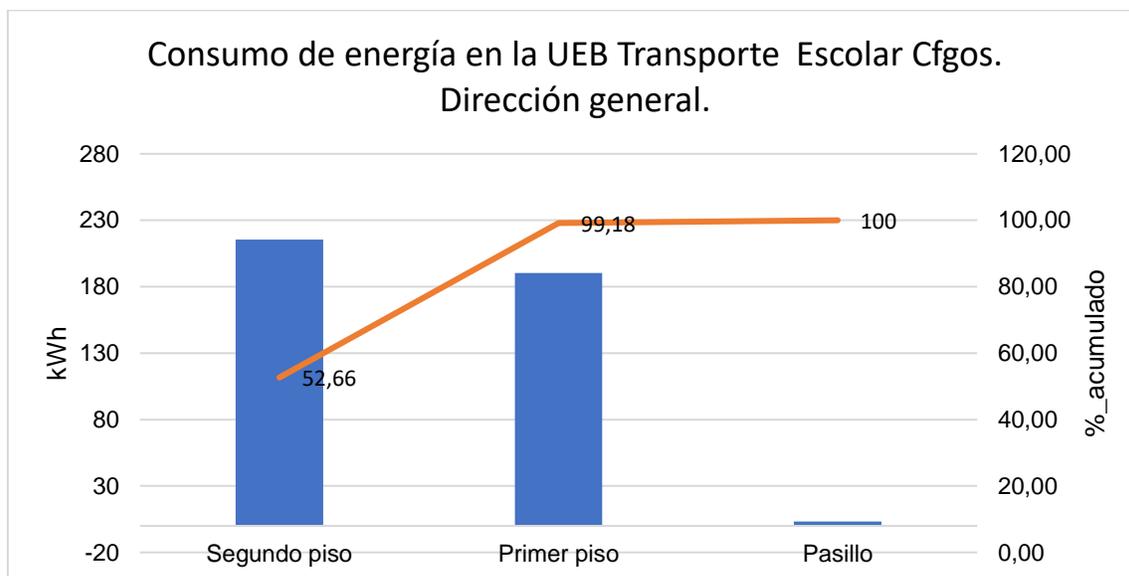


Nota: (Elaboración propia)

Para el caso del consumo de energía determinado a partir del censo de carga, el comportamiento es similar que, para el caso de la potencia total instalada, sin embargo, la figura 2.10 muestra el consumo de energía para la dirección general donde el segundo piso con un consumo de 230 kWh aproximadamente es el de mayor representatividad.

**Figura 2.10**

*Consumo de energía en la UEB Transporte Escolar a partir del censo de cargas por potencia total instalada*



Nota: (Elaboración propia)

La tabla 2.4 y figura 2.11 presenta la distribución de la potencia total instalada por locales del segundo piso. Los locales de secretaría, dirección, y el salón de reuniones representan el 80 % de la potencia total instalada en este piso. Destacar que el local de secretaría con una potencia instalada de 5,44 kW representa el 33,80% para el piso.

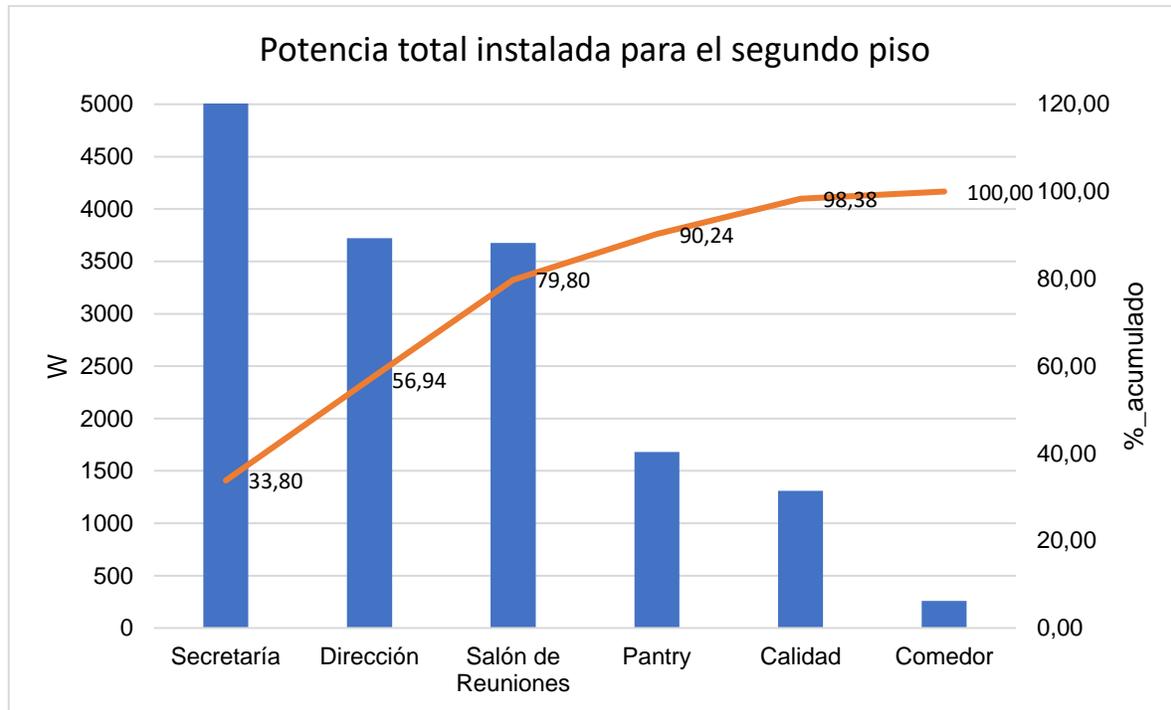
**Tabla 2.4**

Potencia total instalada por locales del segundo piso.

	Potencia Total (W)	%	%_Acumulado
Secretaría	5 436.8	33.80	33.80
Dirección	3 721.8	23.14	56.94
Salón de Reuniones	3 676.8	22.86	79.80
Pantry	1 680	10.44	90.24
Calidad	1 310	8.14	98.38
Comedor	260	1.62	100.00
<b>Total</b>	<b>16 085.4</b>	<b>100</b>	

**Figura 2.11**

*Distribución de la potencia total instalada por locales del segundo piso.*



Nota: (Elaboración propia)

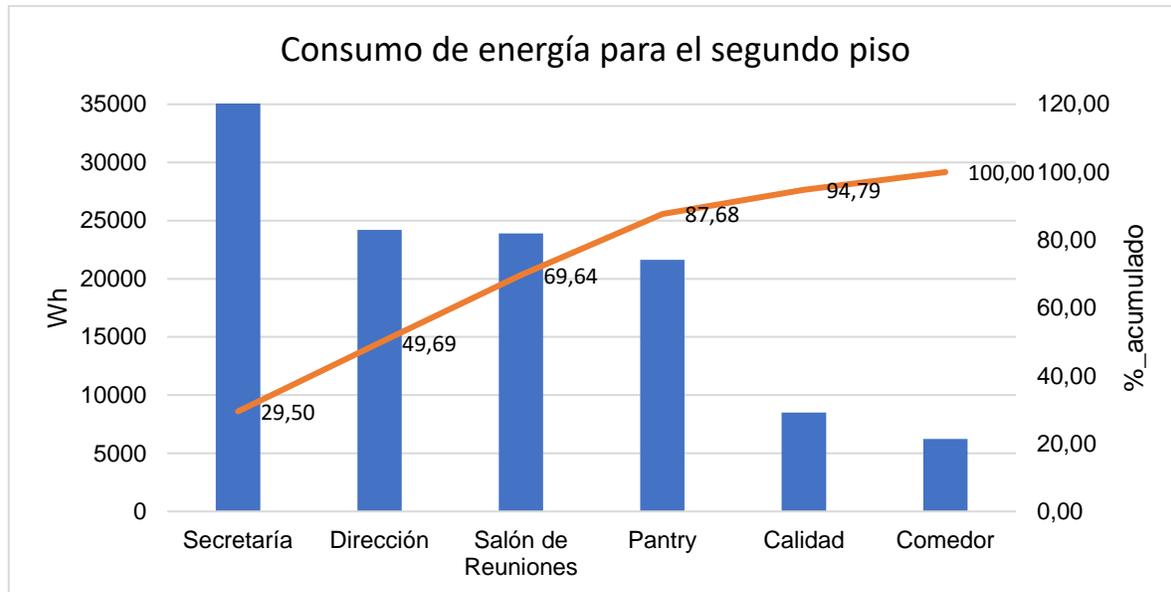
Para el caso del consumo de energía, la tabla 2.5 y figura 2.12 igualmente están representados para los locales del segundo piso. Como para el caso de la potencia el comportamiento es un tanto similar. El local de secretaría con un consumo de 35,339 kWh representa el 29,50% del total de consumo para el piso.

Tabla 2.5 Consumo de energía por locales del segundo piso.

	<b>Consumo (Wh)</b>	<b>%</b>	<b>%_Acumulado</b>
Secretaría	35 339.2	29.50	29.50
Dirección	24 191.7	20.19	49.69
Salón de Reuniones	23 899.2	19.95	69.64
Pantry	21 620	18.05	87.68
Calidad	8 515	7.11	94.79
Comedor	6 240	5.21	100.00
<b>Total</b>	<b>119 805.1</b>	<b>100</b>	

**Figura 2.12**

*Consumo de energía por locales del primer piso.*

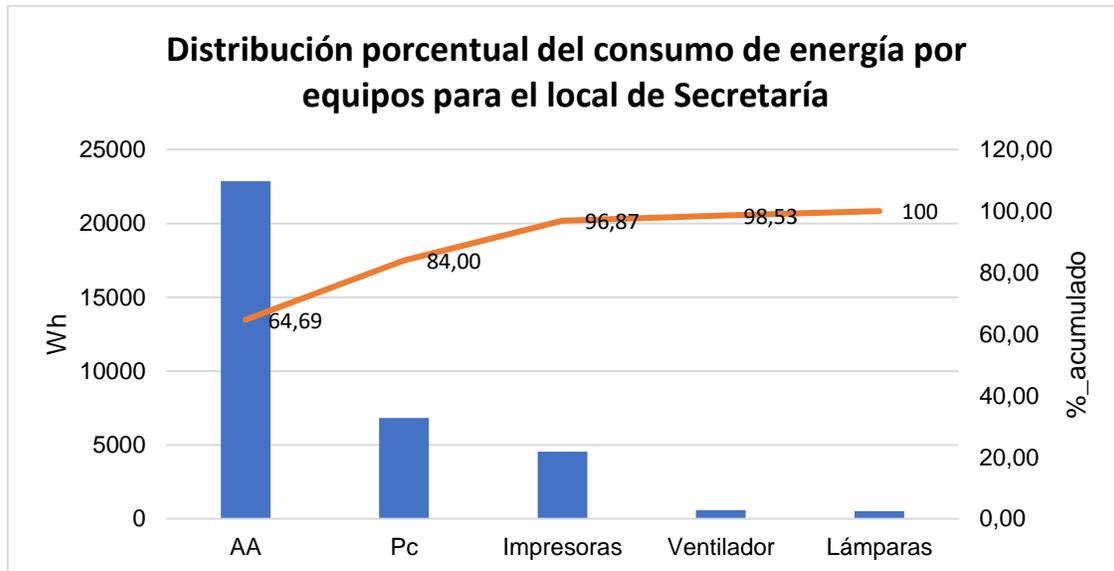


Nota: (Elaboración propia)

La figura 2.13 presenta la distribución porcentual del consumo de energía por equipos para el local de secretaría. Como se observa existe un aire acondicionado (AA) de 1 ton que representa el 64,7% del consumo total para el local. Existe además instalado 3 computadoras que juntamente con el AA representan el 84% del consumo total para el local de secretaría.

**Figura 2.13**

*Distribución porcentual del consumo de energía por equipos para el local de secretaría*



Nota: (Elaboración propia)

## **2.5 Línea de Base Energética (LBEn) e Indicador de Desempeño Energético (IDEn) UEB Transporte Escolar Cienfuegos.**

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. Es una práctica bastante utilizada presentar como indicador de desempeño para el caso de las edificaciones ( $\text{kWh/m}^2$ ), 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 ( $\text{kWh}$  y  $\text{m}^2$ ), 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. En el anexo 4 igualmente se presenta la determinación de la LBEn e IDEn para el período 2021-2022

Dicha variable puede ser determinada a partir de la Ec 2.1

$$\text{DG}(\text{tref}) = (1\text{day}) \sum_{n=1}^{\infty} (\text{t0} - \text{tref}) \quad (2.1)$$

Donde:

$t_0$ = Valor de la temperatura exterior.

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

**Tabla 2.6**

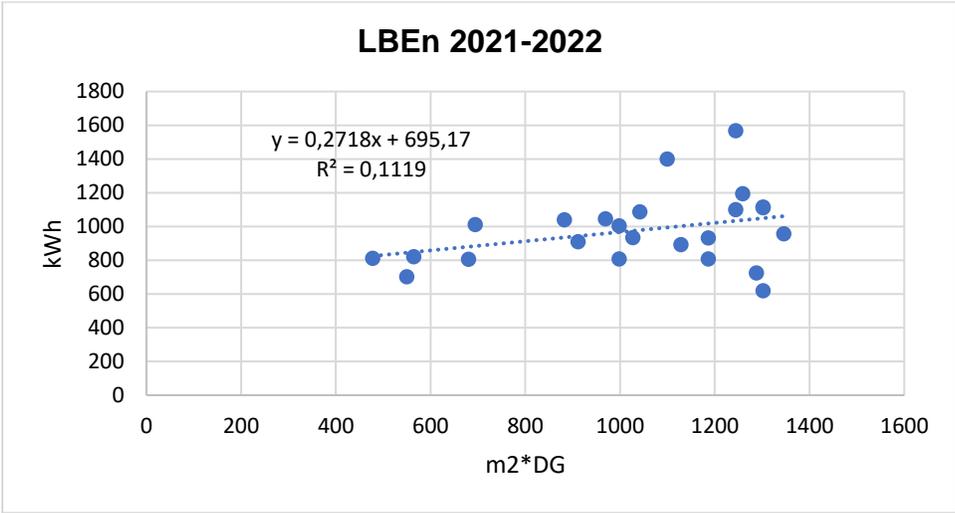
Resumen del cálculo de los m<sup>2</sup> climatizados para el período 2021-2022.

kWh	DG	m <sup>2</sup> total	m <sup>2</sup> climatizados	m <sup>2</sup> *DG	m <sup>2</sup> climatizados*DG
805	4.7	144.69	78.62	680.043	369.514
701.31	3.8	144.69	78.62	549.822	298.756
806.68	6.9	144.69	78.62	998.361	542.478
806.68	8.2	144.69	78.62	1186.458	644.684
1400	7.6	144.69	78.62	1099.644	597.512
1100	8.6	144.69	78.62	1244.334	676.132
957	9.3	144.69	78.62	1345.617	731.166
619	9	144.69	78.62	1302.21	707.58
725	8.9	144.69	78.62	1287.741	699.718
892.9	7.8	144.69	78.62	1128.582	613.236
1003	6.9	144.69	78.62	998.361	542.478
1045.7	6.7	144.69	78.62	969.423	526.754
820.9	3.9	144.69	78.62	564.291	306.618
810.4	3.3	144.69	78.62	477.477	259.446
1040	6.1	144.69	78.62	882.609	479.582
1085.47	7.2	144.69	78.62	1041.768	566.064
931.6	8.2	144.69	78.62	1186.458	644.684
1568	8.6	144.69	78.62	1244.334	676.132
1115	9	144.69	78.62	1302.21	707.58
1111	9	144.69	78.62	1302.21	707.58
1194	8.7	144.69	78.62	1258.803	683.994
934	7.1	144.69	78.62	1027.299	558.202
1011.3	4.8	144.69	78.62	694.512	377.376
908.8	6.3	144.69	78.62	911.547	495.306

La figura 2.14 presenta la LBE<sub>n</sub> considerando los consumos de energía y (m<sup>2</sup>\*DG) sin climatizar. El valor bajo de R<sup>2</sup>=0.11 indica un deficiente nivel de correlación entre ambas variables. Considerando los m<sup>2</sup> climatizados dicho nivel de correlación es superior R<sup>2</sup>=0.53 (Figura 2.15 a)

**Figura 2.14**

*LBE<sub>n</sub> para el período 2021-2022 sin considerar el efecto de la climatización.*

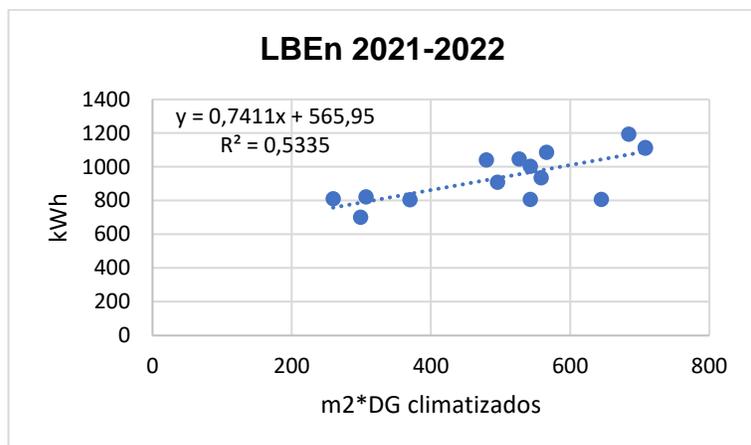


Nota: (Elaboración propia)

La figura 2.15 presenta la incorporación del efecto de la climatización en los consumos de energía de la empresa. En la figura 2.15 b) se filtraron algunos datos (8%) para presentar nuevamente la LBE<sub>n</sub>. En este caso la correlación fue aceptable R<sup>2</sup>=0.83, por lo que a partir de esta es posible presentar el indicador de desempeño energético para el período. La ecuación del modelo es  $y=0,8861 x +524,1$ , la energía no asociada E<sub>0</sub> para este caso fue de 524,1 kW

**Figura 2.15**

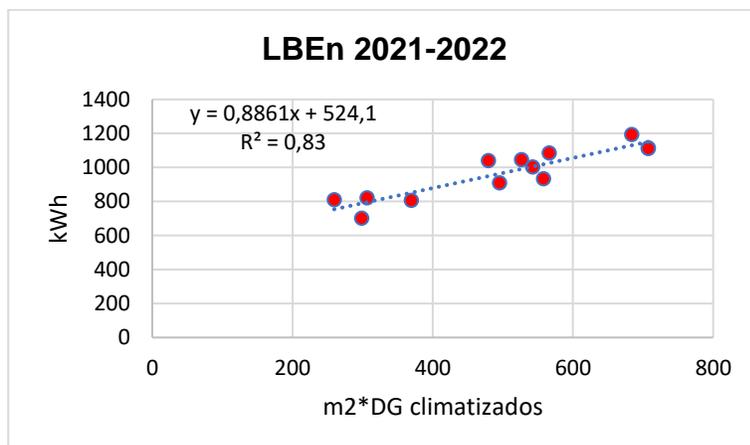
a) *LBE<sub>n</sub> m<sup>2</sup>\*DG Climatizados*



Nota: (Elaboración propia)

**Figura 2.15**

b) *LBE<sub>n</sub> m<sup>2</sup>\*DG Climatizados filtrado.*



Nota: (Elaboración propia)

Identificado el periodo base o línea de mejor ajuste, 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.

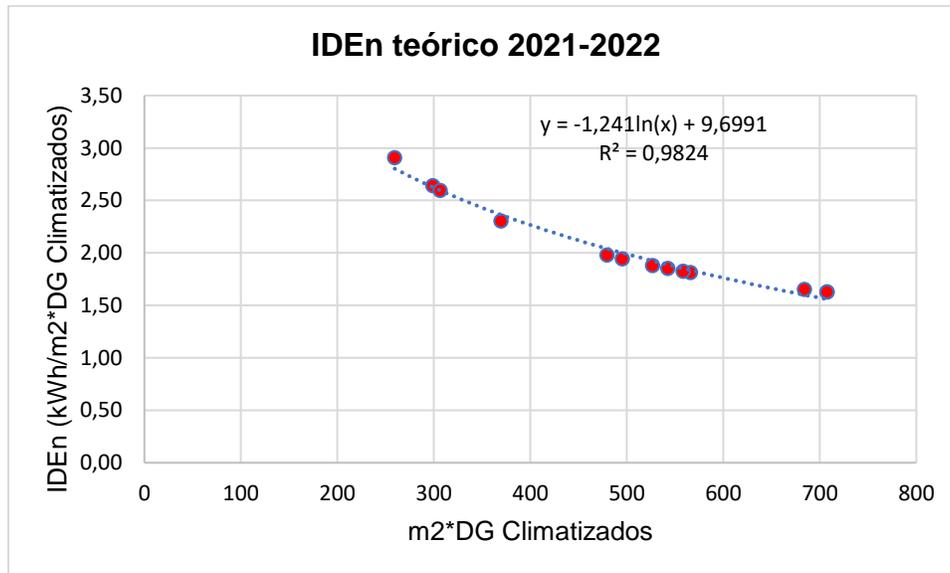
El Indicador de desempeño energético teórico (IDEn<sub>t</sub>) para la entidad se obtiene de relacionar la ecuación de energía de la organización entre la variable independiente, en el caso en análisis el producto de los Días-Grados y los m<sup>2</sup>.

$$IDEn_t = \frac{E_t}{DG * P} = \frac{0,8861 \times (DG * m2) + 524,1}{(DG * m2)} = 0,8861 + \frac{524,1}{(DG * m2)}$$

La figura 2.16 presenta el IDEn teórico para este período.

**Figura 2.16**

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

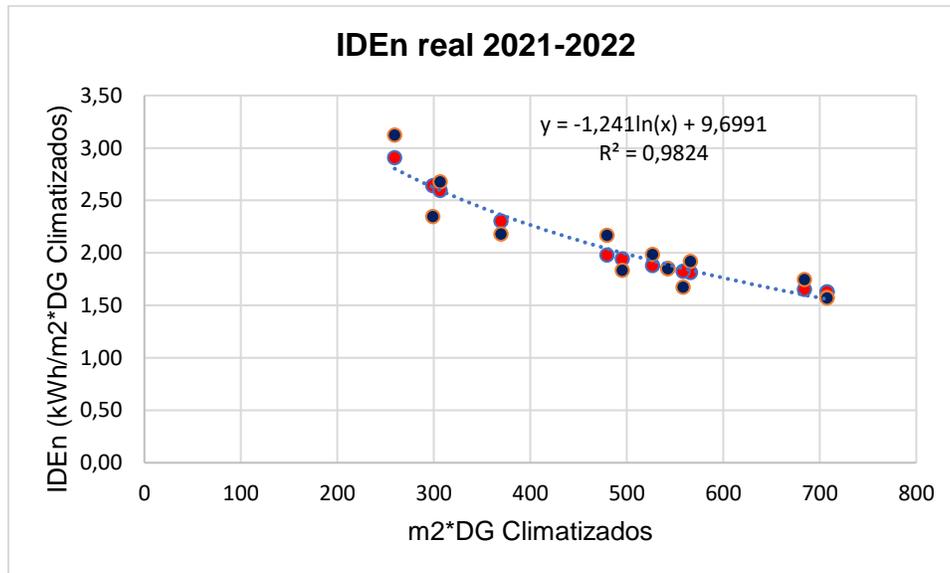


Nota: (Elaboración propia)

La figura 2.17 muestra la representación del IDEn teórico y real para este caso. El modelo de ajuste de la curva propuesta es  $y = -1,241 \ln(m^2) + 9,6991$  con un  $R^2 = 0,98$ . Como valor de IDEn crítico se toma  $1,50 \text{ kWh/m}^2 \text{ DG climatizados}$ . En dicha figura queda representado además el IDEn real, existe valores por encima de dicha curva lo que indica un consumo de energía irracional además de un potencial de ahorro de energía.

**Figura 2.16**

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



Nota: (Elaboración propia)

## 2.6 Conclusiones parciales del capítulo

1. En la UEB Transporte Escolar Cienfuegos fueron considerados tres portadores energéticos: la gasolina, diésel y la energía eléctrica. La gasolina y diésel con un 51,27% y 47,86 % respectivamente. El consumo de energía eléctrica está distribuida en 5 áreas fundamentales, estas son: La UEB dirección general, el área de logística, y las tres bases de transportación este consumo representó el 80% del total de consumo, con la siguiente estructura: dirección general con el 35,62%, la base Cienfuegos con el 22,62 %, la Base Yaguaramas con el 16,4% , y la base la Cidra con un 16,83 %.
2. A partir de los gráficos de control de la energía eléctrica para el 2022, el total de consumo fue de 10 862.27 kWh, siendo la media de 1 044,21 kWh, un 15,4% superior al 2021. Los LCS y LCI fueron de 1 451,76 kWh y 636,6 kWh respectivamente. El consumo de energía para este año se mantiene dentro de los límites establecidos similar comportamiento al año anterior excepto para el mes de junio debido fundamentalmente a los meses de mayor temperatura.
3. Las áreas seleccionadas dentro de la UEB Dirección general son el área de pasillo, y los dos pisos con que cuenta la misma. Para el caso del pasillo dicha potencia se encuentra en 0,24 kW, el segundo piso 16,08 kW y el primer piso 17,74 kW como el

de mayor potencia instalada, para un total de 34,07 kW. Los locales de secretaría, dirección, y el salón de reuniones representan el 80 % de la potencia total instalada en este piso. Destacar que el local de secretaría con una potencia instalada de 5,44 kW representa el 33,80 % para el piso. Sin embargo, para el caso del consumo de energía, el segundo piso con 230 kWh aproximadamente es el de mayor representatividad.

4. Para la presentación de propuesta de LBE<sub>n</sub> fueron considerados los consumos de energía eléctrica para el período 2021-2022 y el área de la edificación. El valor bajo de  $R^2=0,11$  indica un bajo nivel de correlación entre ambas variables. La incorporación del efecto de la climatización en los consumos de energía de la UEB permitió establecer una nueva LBE<sub>n</sub> cuya correlación fue aceptable  $R^2=0.83$ , por lo que a partir de esta es posible presentar el indicador de desempeño energético para el período. La ecuación del modelo es  $y=0,8861 x +524,1$ , la energía no asociada  $E_0$  para este caso fue de 524,1 kWh.

# CAPÍTULO 3



## **CAPÍTULO 3: DESARROLLO DE LOS ELEMENTOS BÁSICOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA. OPORTUNIDADES DE MEJORAS**

En este capítulo se desarrollan algunos de los elementos básicos del sistema de gestión energética según la norma NC ISO 50001:2019". Se aplicaron las encuestas a directivos y técnicos de la empresa para además poder elaborar la matriz de gestión energética. Fueron presentadas de manera teórica las propuestas de ahorro de energía para la UEB. Se evaluaron 2 propuestas de mejoras enfocadas al ahorro de energía, específicamente en el uso de tecnología de bajo consumo LED y en la incorporación de un Sistema Solar Fotovoltaico sobre el techo.

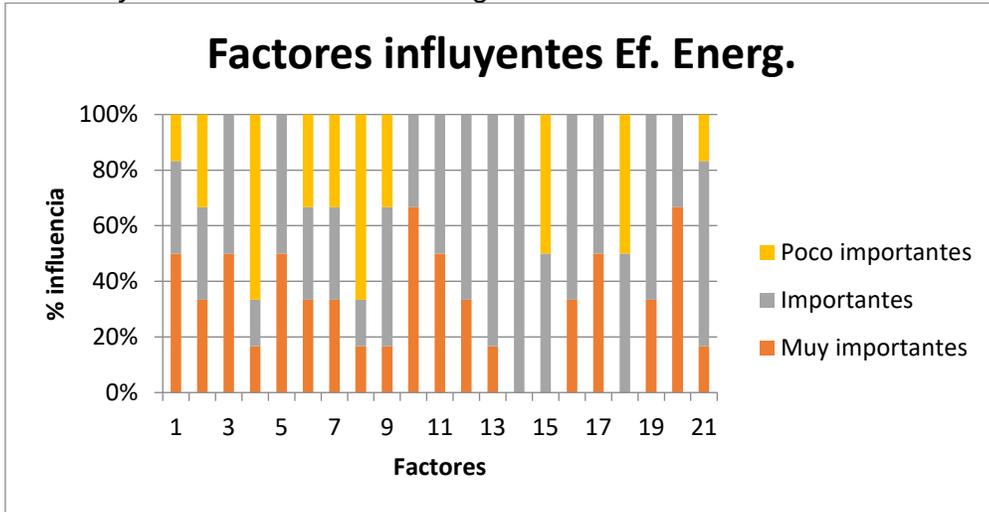
### **3.1 Encuesta a la alta dirección para la implantación de sistemas de gestión energética según la norma NC ISO 50001:2019"**

Al aplicar las encuestas al personal de la alta dirección de la empresa estos consideran muy importante o importante los siguientes aspectos:

- Compromiso de la alta dirección
- Política del organismo
- Alto impacto de los costos energéticos
- Marco legal y regulatorio vigente en el país
- Concientización del personal de la empresa sobre el ahorro y uso racional de la energía
- Experiencias en la planificación y control de la energía basadas en índices de consumo
- Necesidad de cumplir los planes de energía asignados

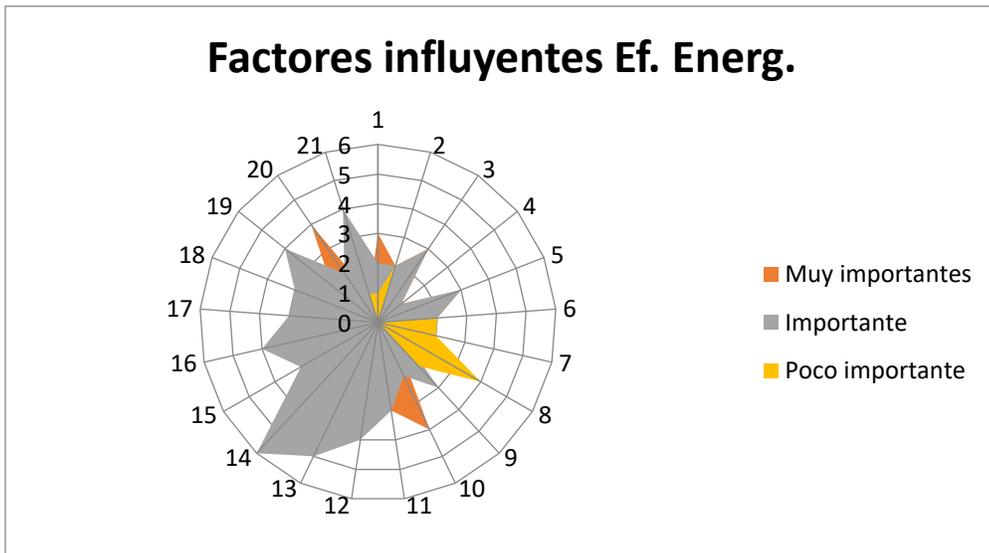
La figura 3.1 y figura 3.2 presentan los factores influyentes en la eficiencia energética para la empresa. Estos factores son considerados como Muy importante, importante y poco importante.

**Figura 3.1**  
Factores influyentes en la eficiencia energética.



Nota: (Elaboración propia)

**Figura 3.2**  
Factores influyentes en la eficiencia energética.



Nota: (Elaboración propia)

Se elaboró con la Dirección de la entidad, la matriz de gestión energética que muestra una no integralidad de la gestión energética con un nivel menor a 3 en todos los aspectos.

**Figura 3.3**

*Matriz de gestión energética.*

	Política Energética	Organización	Información y comunicación	Monitoreo y Control	Divulgación y capacitación	Inversiones
4	Se cuenta con una política y un sistema de gestión energética aprobados por el Consejo de Dirección (CD) que revisa sistemáticamente los resultados.	El sistema de gestión energética está totalmente integrado a la estructura de gestión empresarial, existe una clara delegación de responsabilidades en el control del uso de la energía.	Existen canales formales e informales de comunicación utilizados regularmente por el gerente de energía y los equipos de trabajo a todos los niveles.	Se cuenta con un sistema integrado que establece metas, monitorea índices energéticos efectivos en equipos claves e identifica las desviaciones, cuantifica los costos energéticos y los ahorros.	Divulgación efectiva del valor de la eficiencia energética y del comportamiento y resultados de la gestión energética dentro y fuera de la organización.	Estrategia en favor de las inversiones para ahorro de energía, con evaluación detallada para argumentarlas.
3	Se cuenta con una política energética aprobada por el CD. No está implementado un sistema de gestión energética. El CD revisa sistemáticamente el tema energético.	Se tiene un responsable de energía y un comité de energía presidido por un miembro de la alta dirección.	El comité de energía se utiliza como canal principal, conjuntamente con el contacto directo con los responsables de los Puestos Claves (PC).	Monitoreo y establecimiento de metas en equipos claves, pero no se cuantifican y reportan los ahorros de manera efectiva.	Programas de entrenamiento del personal encargado de los PC.	Se utilizan los mismos criterios de rentabilidad que para todas las otras Inversiones.
2	La política energética no está aprobada por el CD y ha sido establecida por el energético o sus superiores. El CD revisa esporádicamente el tema energético.	Se tiene un responsable de energía, pero no tiene jerarquía administrativa.	Se realizan contactos no vinculantes con los responsables de los (PC) a través del encargado de energía.	Monitoreo y establecimiento de metas basadas en las mediciones generales y en la facturación.	Acciones aisladas de divulgación y capacitación.	Se utiliza mayormente el criterio de la recuperación de la inversión a corto plazo
1	Se cuenta con indicaciones generales sobre el uso de la energía y se evalúan indicadores generales de consumo energético vs producción.	No se cuenta con un responsable de energía con dedicación exclusiva al tema.	Se realizan contactos informales entre responsable de energía y algunos PC.	Reporte de costos energéticos basado en la facturación.	Contactos informales para promover la eficiencia energética.	Solo se implementan medidas de bajo costo.
0	No existe una política energética ni se evalúan indicadores de consumo energético vs producción.	No se cuenta con un responsable de energía.	No se realiza contacto con los PC	No hay sistema alguno de monitoreo y control	No se realiza ninguna promoción de la eficiencia energética	No se tiene como premisa la inversión para incrementar la eficiencia energética.

Nota: (Elaboración propia)

**Figura 3.4**  
*Forma de la matriz de gestión energética*

Forma de la matriz	Resultado
 3 o más en todo	Buen nivel de gestión energética.
 Puntuación media menor de 3	Bajo nivel de gestión energética.
 Forma convexa	Compromiso de la alta dirección pero deficiente implementación de la política energética y su sistema de gestión.
 Forma cóncava	Bajo compromiso de la dirección y acciones para la gestión energética a nivel operativo.
 1 columna más baja que el resto	No integralidad de la gestión energética.
 1 columna más alta que el resto	No integralidad de la gestión energética.
 2 o más columnas por encima o por debajo de la media	No integralidad de la gestión energética.

Nota:(Elaboración propia)

### 3.2 Encuesta a técnicos de la producción y procesamiento

Se realizó una encuesta al personal técnico que permitió valorar el conocimiento sobre el sistema de gestión energética según la norma NC ISO 50001:2018 e identificar algunos elementos desarrollados por la Empresa y que pueden integrarse al SGE.

Entre un 60% y un 80% del personal técnico de la empresa encuestado considera que:

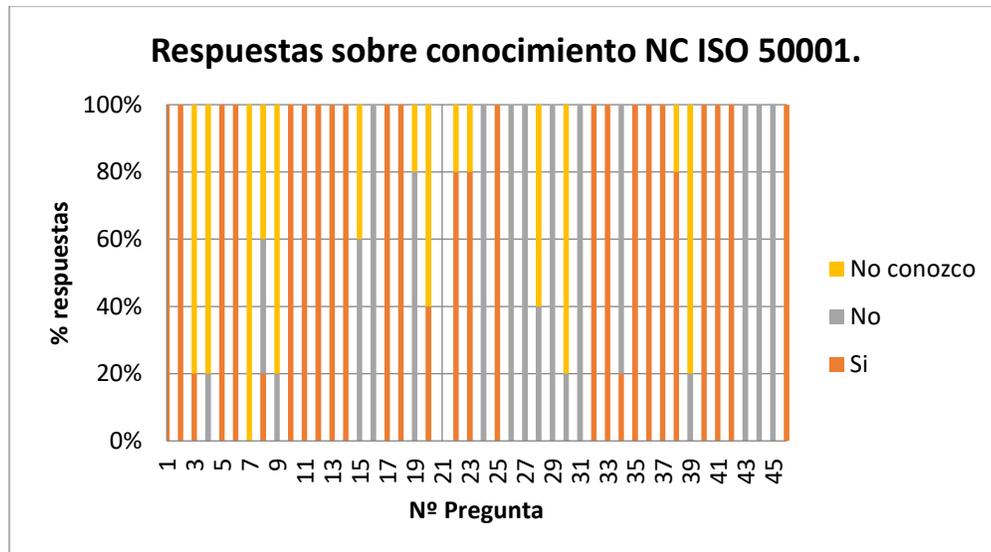
1. Se han obtenido resultados favorables en las supervisiones energéticas realizadas por la UNE
2. Se han obtenido resultados favorables en las supervisiones energéticas realizadas por CUPET.
3. Se tiene información sobre la norma NC ISO 50 001.
3. Existe una política energética y ella está documentada.
4. Se cuenta con un representante de la dirección (energético) para la gestión energética con funciones, responsabilidades y autoridad definidas el cual tiene dedicación total para la gestión energética.
5. El representante de la dirección dispone de los medios de cómputo y otros recursos requeridos para la gestión energética

6. Se cuenta con un equipo de gestión de la energía. (Comité de energía, comisión de ahorro de energía, consejo energético, etc.)
7. Se conoce y maneja la estructura de consumo de portadores energéticos
8. Están identificadas las instalaciones, sistemas y equipos que representan los mayores consumos de energía.
9. Se cuenta con equipos de medición de los consumos de energía en las instalaciones, sistemas y equipos que representan los mayores consumos de energía.
10. El sistema de monitoreo y control energético incluye indicadores hasta el nivel de los sistemas y equipos mayores consumidores.
11. Está identificado el personal clave que decide en la eficiencia de los mayores consumos de energía.
12. Han mejorado los índices de consumo y eficiencia energética en los últimos años.
13. Existen metas para la mejora del desempeño energético referidas a un período base
14. La alta dirección controla periódicamente el cumplimiento de los objetivos, metas y planes de acción
15. El mantenimiento tiene incorporados criterios y acciones en función de la eficiencia energética.

La figura 3.5 presenta las respuestas sobre el conocimiento que se tiene en materia de la norma de gestión energética.

**Figura 3.5**

*Respuestas sobre conocimiento de la norma NC ISO 50 001.*

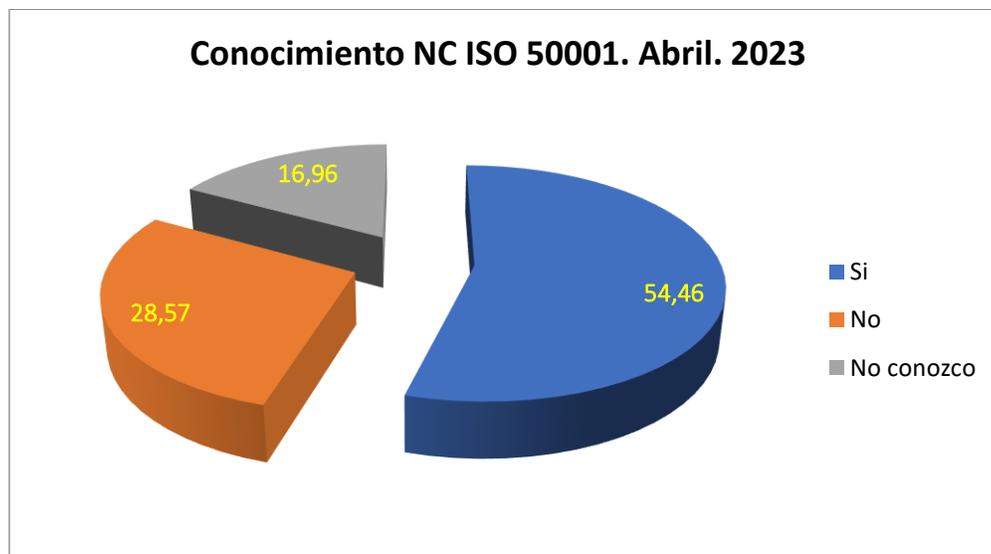


Nota:(Elaboración propia)

Del total de aspectos evaluados en las encuestas a técnicos de la empresa, el 54,46% refleja que tiene algún conocimiento sobre dicha norma, mientras que el 28,57% y el 16,96% no conocen o no tiene conocimiento sobre esta.

**Figura 3.6.**

*Conocimiento sobre la NC ISO 50 001. Abril 2023.*



Nota:(Elaboración propia).

Aunque se respeta la opinión obtenida de la encuesta al personal técnico, no se obtuvieron las evidencias para comprobar la veracidad de las respuestas.

La política energética es de conocimiento del personal a todos los niveles de la organización y se han definido objetivos para la mejora del desempeño energético y que éstos y las metas son conocidos por el personal clave que incide en su cumplimiento, así como reportan que no se tiene implementado y certificado el sistema de gestión de calidad por la norma NC ISO 9000:2008 o el sistema de gestión ambiental por la norma NC ISO 14001.

Estas encuestas permitieron también conocer que no tienen información sobre si la Dirección realiza acciones, a intervalos planificados, para asegurar la conveniencia, adecuación, eficacia y mejora continua del SGE.

### **3.3 Responsabilidad de la dirección. Representante de la dirección**

La Dirección designó a su representante, el que además de sus funciones tiene la responsabilidad y dispone de la autoridad y los recursos necesarios para asegurar que el Sistema de Gestión de Energía pueda establecerse, implementarse, mantenerse y mejorar continuamente en la empresa, en correspondencia con los requisitos de la Norma NC ISO 50001:2019.

Después de designado, el representante de la Dirección propuso a los integrantes del equipo de gestión energética, que se presentó y aprobó por la Dirección.

#### **3.3.1 Alcance y Límites**

Después de realizada la revisión energética inicial, la Dirección decidió el alcance y los límites:

**Alcance:** El Sistema de Gestión Energética (SGE) tendrá como alcance la energía eléctrica consumida en las instalaciones administrativas de la Empresa

**Límite:** El SGE se aplicará a las instalaciones administrativas de la Empresa

El representante de la Dirección y todo el personal vinculado al SGE deben conocer estos límites y el alcance del Sistema.

### **3.4 Política energética**

La Empresa tiene elaborada la Política Integrada que agrupa el conjunto de las normas ISO vigentes o en fase de implantación en la entidad y dentro de esa Política del Sistema de Gestión Integrado debe declarar y expresar la Política Energética.

## **POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO**

La UEB Transporte Escolar Cienfuegos, dedicada a la transportación, es una empresa comprometida con la más alta calidad y el incremento de la competitividad. Por ello la alta dirección se compromete a:

- Asegurar el funcionamiento eficaz del sistema integrado de gestión, conforme a las normas aplicables.
- Satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes y otras partes interesadas.
- Cumplir con los requisitos legales, reglamentarios y normativas aplicables y con otros requisitos que la organización establezca.
- Identificar los peligros, la evaluación, el control de riesgos y los aspectos ambientales.
- Establecer y actualizar la línea base energética y los indicadores de desempeño energético de las producciones que realizamos.
- Trabajar en la prevención de la contaminación en la organización, minimizando las descargas nocivas al agua, el suelo y el medio ambiente.
- Garantizar la formación y el desarrollo de los trabajadores para lograr sus competencias laborales, promoviendo su participación en la toma de decisiones y en el fortalecimiento de los valores por los que trabaja la entidad.
- Asegurar la planificación y la gestión de recursos financieros, materiales, tecnológicos y la información necesaria para el cumplimiento de los objetivos y metas de la organización.
- Garantizar la adquisición de productos y servicios con la máxima eficiencia energética que económicamente pueda ser justificada y que aseguren que los nuevos diseños y remodelación de equipos y procesos logren un mejoramiento del desempeño energético empresarial.
- Mejorar continuamente los procesos, productos y servicios de la entidad.

La implementación de esta política permitirá incrementar la eficacia y eficiencia del sistema de dirección y gestión empresarial de nuestra entidad, la que se debe revisar y actualizar regularmente.

### **3.5 Oportunidades de mejoras energéticas para la UEB Transporte Escolar Cienfuegos**

Las oportunidades de ahorro están encaminadas a brindarle a la dirección de la UEB 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 eficiente.

- **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 señales de salida de incandescentes a diodos emisores de luz (LED).

#### **3.5.1 Propuestas de sustitución de lámparas fluorescentes por tecnología LED de bajo consumo.**

La UEB 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 297,2 kWh/mes, considerando la sustitución de estas por tecnología LED esto representa un ahorro de energía de 145,92 kWh/mes, un 50,9%.

**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	8	18	0.14	24	14	48.38
Lámparas fluorescentes 36 W T8	36	36	1.30	24	8	248.83
Total	44	54	1.44	48	22	297.216

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	8	10	0.08	24	14	26.88
Lámparas LEDs 18 W T8	36	18	0.648	24	8	124.416
Total	44	28	0.728	48	22	151.296

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.

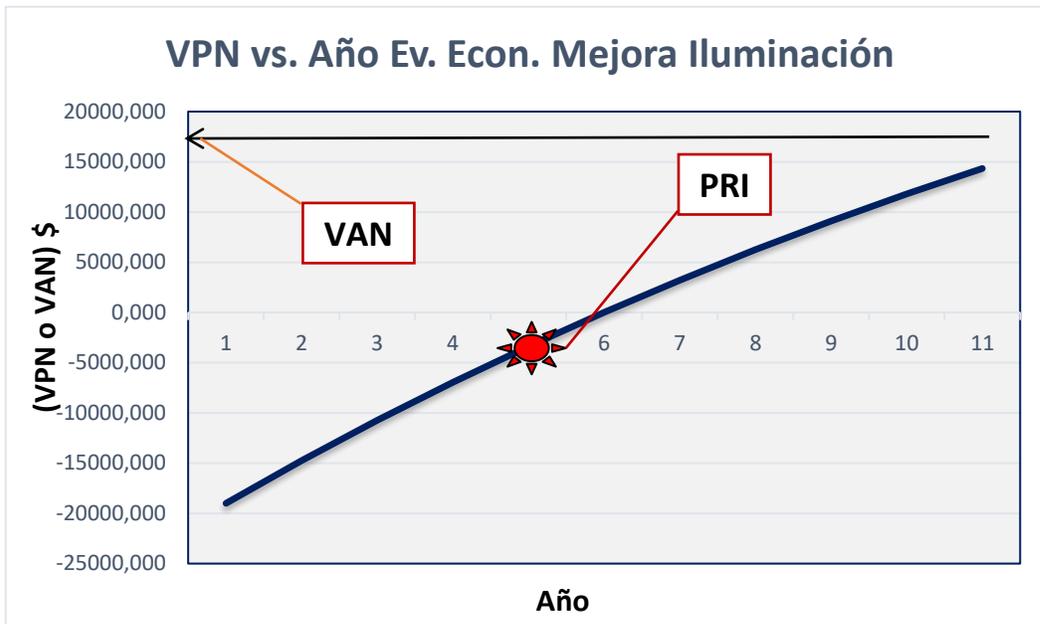
Sistema actual	Opción ahorradora	Potencia actual	Potencia para LED	Ahorro en potencia (W)	Ahorro de energía (kWh/año)
Lámparas fluorescentes 18 W T8	Lámparas LEDs T8 10W	140	80	60	138.24
Lámparas fluorescentes 36 W T8	Lámparas LEDs T8 18W	1300	648	652	1502.208
Total				712	1640.448

La evaluación económica detallada se presenta en el anexo 6, la propuesta de sustitución de las lámparas fluorescentes instaladas actualmente en la empresa por tecnología LED, traen un ahorro de energía de 1 640,44 kWh/año, considerando un costo de la energía para la empresa de 2,1410 CUP/kWh (UNE Cienfuegos) esto aporta un ahorro económico de 3 510,6 CUP/año.

Dicha evaluación económica para un plazo de 10 años cuenta con un Valor Presente Neto (VPN) de 14 335,02 CUP, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 1 %, para un Período de Recuperación de la Inversión (PRI) de 5 años (Figura 3.7)

**Figura 3.7**

*VPN vs. Años Evaluación económica.*



Nota:(Elaboración propia).

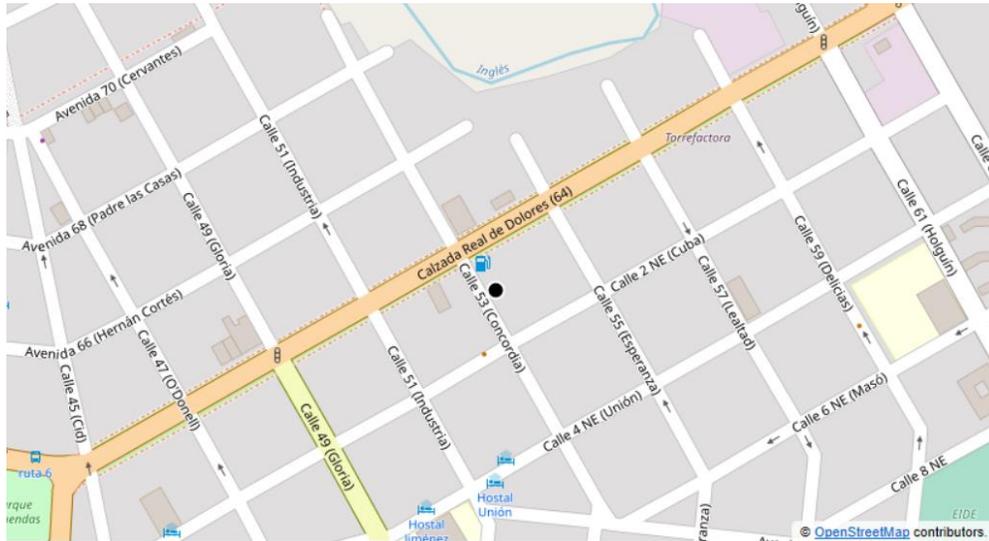
### **3.5.2 Propuesta de utilización de un Sistema Solar Fotovoltaico (SSFV). Simulación mediante el software PVSyst 7.1.2.**

Existen diferentes métodos para la simulación utilizando herramientas de modelado de energía como PVSyst, HOMER, PVGIS, PV Watts, PV Online, SISISFO, RETScreen, etc. (Vishnupriyan & Manoharan, 2017; Kumar, 2017; Kumar et al., 2017; Vishnupriyan & Manoharan, 2019). Entre las diversas herramientas de software mencionadas anteriormente, la más popular y ampliamente utilizada para el análisis de viabilidad es PVSyst (Sharma et al., 2018; Vasudev et al., 2018; Belmahdi & El Bouardi, 2020). Debido a esto se decidió simular el SSFV en dicha herramienta y presentar las características fundamentales para dicho sistema como propuesta preliminar de incorporación de Fuentes Renovables para la reducción del consumo de energía.

La figura 3.8 y figura 3.9 presentan las características geográficas y definición del sistema a instalar. El área de techo tomada es de 140 m<sup>2</sup> (Anexo 1 planta 2). Destacar que las tablas y gráficos tomados del software se encuentran en idioma inglés dado las características del programa. La UEB Transporte Escolar se encuentra ubicada en los 22.15 N, -80.44W. El sistema será considerado con una ubicación sur y los módulos solares con una inclinación de 22°.

**Figura 3.8**

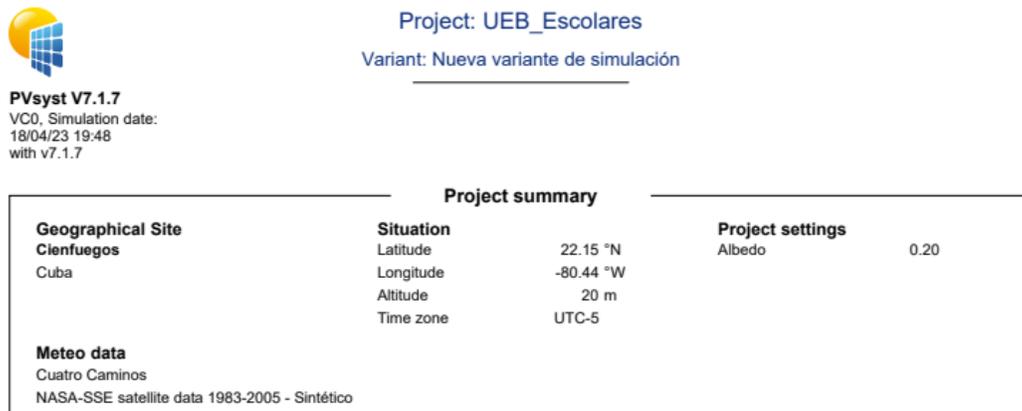
*Ubicación geográfica de la UEB Transporte Escolar Cienfuegos.*



Nota: (Google Maps)

**Figura 3.9**

*Resumen del sitio geográfico y base de datos meteorológica empleada.*



Nota: (PVsyst)

El arreglo del SSFV propuesto (Figura 3.10) cuenta con una potencia nominal STC de 23.94 kWp. Este SSFV está compuesto por el módulo fotovoltaico DSM-380 MP de fabricante NUMENSOLAR (ficha técnica Anexo 5). El sistema cuenta con 7 cadenas de 9 módulos conectados en serie para un total de módulos 63 ocupando un área de 123 m<sup>2</sup>. El SSFV va

acompañado de un inversor modelo CSI-3KTL1P-GI-FL del fabricante Canadian Solar cuya potencia es de 21 kW<sub>ac</sub>.

### Figura 3.10

*Resumen del arreglo fotovoltaico.*

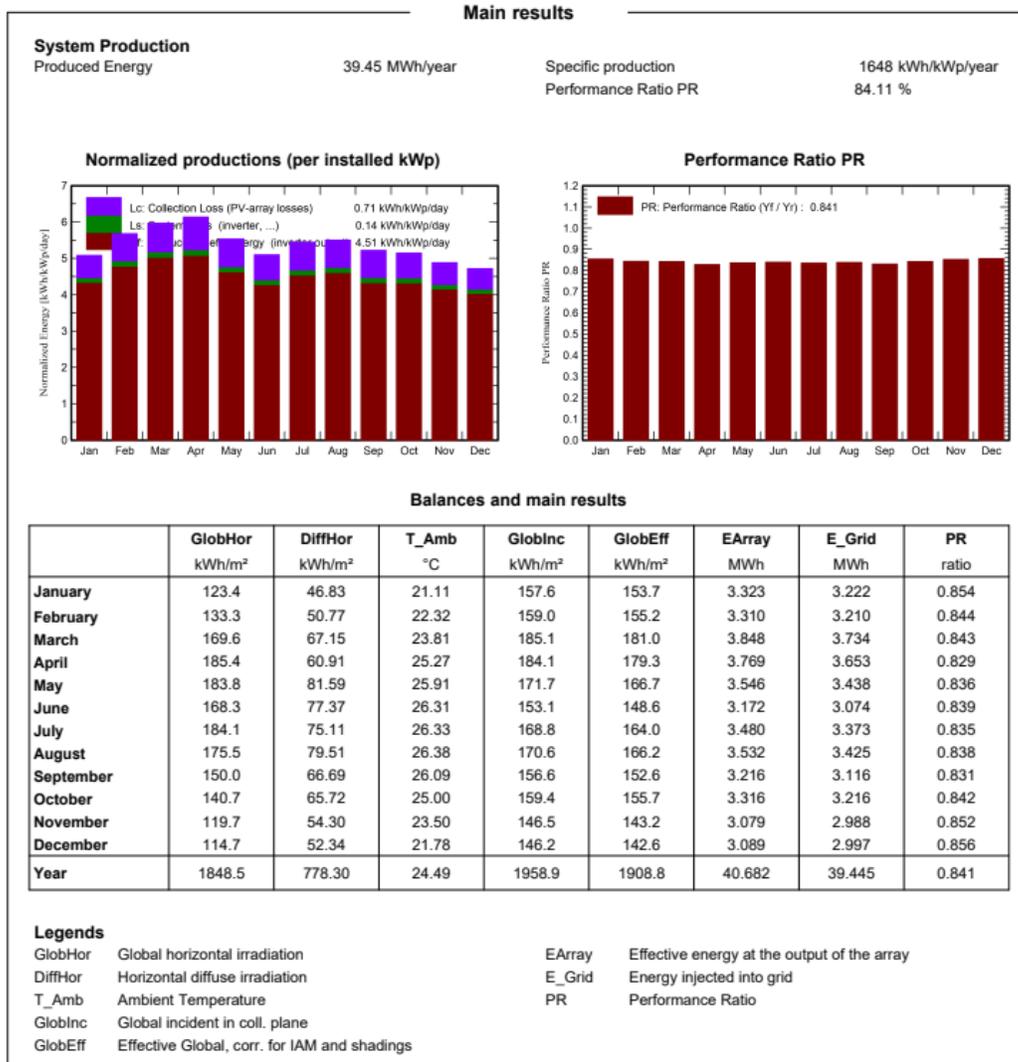
PV Array Characteristics			
<b>PV module</b>		<b>Inverter</b>	
Manufacturer	NUMEN	Manufacturer	Canadian Solar Inc.
Model	DSM-380PERC	Model	CSI-3KTL1P-GI-FL
(Custom parameters definition)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	380 Wp	Unit Nom. Power	3.00 kWac
Number of PV modules	63 units	Number of inverters	7 units
Nominal (STC)	23.94 kWp	Total power	21.0 kWac
Modules	7 Strings x 9 In series	Operating voltage	80-500 V
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Pnom ratio (DC:AC)	1.14
Pmpp	22.07 kWp		
U mpp	327 V		
I mpp	67 A		
<b>Total PV power</b>		<b>Total inverter power</b>	
Nominal (STC)	24 kWp	Total power	21 kWac
Total	63 modules	Nb. of inverters	7 units
Module area	123 m <sup>2</sup>	Pnom ratio	1.14

Nota: (PVsyst 7.1.2)

En el resumen de resultados mostrado en la figura 3.11 se puede visualizar que a partir de la simulación con el PVsyst 7.1 el SSFV permite la posibilidad de instalar en la empresa 63 módulos fotovoltaicos del modelo DSM-380 MP como se mencionó anteriormente, posee una capacidad de generación anual (real) de 39,445 MWh/año y un factor de rendimiento (expresa la relación entre la productividad final y de referencia de la instalación) por encima de 0,83.

**Figura 3.11**

*Resumen de resultados principales.*



Nota:(PVSyst)

La figura 3.12 presenta una propuesta de la instalación típica a considerar en el montaje, los módulos pueden ser montados sobre una estructura metálica y ancladas al techo de la edificación.

### Figura 3.12

*Propuesta de montaje del SSFV sobre el techo.*



Nota: (Elaboración propia)

El consumo estimado para la empresa a partir del registro y a través del censo de cargas instaladas es de aproximadamente 11,02 MWh/año. Con ello el SSFV propuesto debe ser capaz de cubrir todo el consumo diario de esta y entregar parte de la energía al Sistema Eléctrico Nacional.

### 3.6 Evaluación económica

La evaluación económica que se desarrolla tiene el objetivo de demostrar la factibilidad económica de realizar la inversión en este tipo de fuente energética. Para ello es necesario considerar según Stolik (2019):

1. Todos los costos iniciales y posteriores (módulos, inversores, estructura, cableado, obra civil, instalación y montaje y otras labores.)
2. Prestamos, créditos, otros financiamientos, etcétera.
3. Operación y Mantenimiento.
4. Costos imprevistos.
5. Impuestos por ganancias, permisos y arrendamientos.

Al realizar las gestiones para obtener esta información, en las entidades de nuestra provincia, se constató que resultaba imposible obtener la información requerida debido a que todavía no se encuentran bien definidos en nuestro país algunos de estos parámetros producto del reordenamiento económico aprobado en enero de este mismo año, por lo que

a continuación se procede a trabajar de manera aproximada a fin de contar con elementos económicos disponibles en la provincia y en fuentes bibliográficas confiables.

### 3.6.1 Costos de Inversión

La entidad suministradora dedicada a la instalación y montaje de sistemas solares fotovoltaicos en nuestra provincia es COPEXTEL S.A. Al realizar contactos con dicha entidad para obtener información relacionada con los costos de inversión para este tipo de tecnologías, se constató que la entidad tiene definido un costo de instalación de 375 000 \$CUP/kWp (Finalé, 2021)<sup>1</sup>, el cual representa más del triple del costo total de instalación<sup>2</sup> de 1 kWp en países como España y Alemania por solo citar algunos ejemplos. Destacar que este excedente tan significativo se encuentra representado en gran parte por la importación de algunos componentes de la tecnología, actividad está que se le dificulta en gran medida a nuestro país producto del bloqueo económico, comercial y financiero impuesto por el gobierno de los Estados Unidos, la existencia de trabas burocráticas y la poca competitividad empresarial de parte de las entidades importadoras encargadas.

A los efectos del cálculo de la inversión a realizar son usados, como datos comparativos, los dados en la tabla 3.5, tomados de Finalé (2021), e IRENA (2021).

**Tabla 3.5**

Costos de la inversión total (\$ USD) de un kWp considerando los datos de la empresa COPEXTEL Cienfuegos y dos fuentes bibliográficas.

Tipo de Moneda	Suministro + Instalación y Montaje COPEXTEL S.A. (Finalé, 2021)	Costo total de instalación del kWp en Francia (IRENA, 2021)	Costo total de instalación del kWp en China (IRENA, 2021)
	1 kWp	1 kWp	1 kWp
USD	\$ 3 208,03	\$ 942,00	\$ 651,00

La valoración económica realiza el análisis comparativo de los tres costos de inversión referidos en la tabla 3.5.

<sup>1</sup> Utilizando la tasa de cambio vigente en nuestro país (1 USD = 120 CUP) obtenemos un valor de 3 208,03 \$USD/kWp.

<sup>2</sup> La tendencia a nivel mundial es de reducir los costos de esta fuente de energía en el tiempo, mediante el acercamiento de estos con el de las tecnologías que utilizan fuentes convencionales para la producción de energía.

### 3.6.2 Datos de las tasas a utilizar en la evaluación económica

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.

La tasa de inflación ha sido tomada como se mencionó anteriormente de Trading Economic (Trading Economic., 2020) y su magnitud ha variado entre 5,00 a 5,90. Se considera la tasa de descuento de 8% y el margen de riesgo de 3%.

### 3.4.3 Consumos y costos de energía eléctrica de la UEB Transporte Escolar Cienfuegos

La UEB Transporte Escolar Cienfuegos (dirección general) tiene un consumo promedio de energía eléctrica de 12 500 kWh/año, energía que paga en CUP de acuerdo con la tarifa de servicios menores.

La evaluación económica de la propuesta debe considerar los estados de consumos de electricidad mensuales de dicha empresa en el horario diurno (horario donde se encontrará operando el SSFV), ya que estos representan la demanda que se pretende satisfacer.

Para desarrollar la valoración económica también se hace necesario conocer la magnitud del pago del kWh generado por el SSFV de la entrega (en los días no laborables) y el dejado de consumir del SEN<sup>3</sup>. Para ello se hace uso de la Sección Segunda del Decreto-Ley No. 345 (Ministerio de Justicia de la República de Cuba, 2019) que establece: “Para la formación del precio de compra de la energía eléctrica se tiene en cuenta, entre otros elementos, el costo evitado de la generación eléctrica con combustibles fósiles”.

Tomando en consideración el pago del kWh entregado al SEN de 3,0 \$CUP, valor este con el que se procede a determinar el costo anual de energía eléctrica entregada al SEN por el SSFV.

Los parámetros económicos considerados son:

- **Costo evitado de energía eléctrica del SEN por suplir energía eléctrica desde el SSFV. ( $C_{eEE\ SEN}$ ).**

$$C_{eEE\ SEN} = EE_{aHD} * C_{uEE} = \frac{kWh}{año} * \frac{\$}{kWh} = \frac{\$}{año} \quad 3.1$$

<sup>3</sup> El precio de la energía consumida en el horario diurno según la tarifa B-1 es de 2,14 \$CUP/kWh.

Donde:

$E_{aHD}$ .- Generación anual de energía eléctrica del SSFV en los días laborables. (KWh/año)

$C_{uEE}$ .- Costo unitario de energía eléctrica pagado al SEN en horario diurno. (\$/kWh)

- **Costo anual de la energía eléctrica entregada al SEN por el SSFV en horario diurno. ( $C_{E.E.FV}$  al SEN)**

$$C_{EEFV al SEN} = E.E_{SSFV} * C_{uEEFV} \quad 3.2$$

Donde:

$E.E_{SSFV}$ .- Energía Eléctrica anual entregada por el Sistema Solar Fotovoltaico al SEN en horario diurno.<sup>4</sup> (KWh/año)

$C_{uEEFV}$ .- Costo unitario de energía eléctrica entregada al SEN considerando un precio de compra de 3,0 \$/kWh.

Los valores de las magnitudes del trabajo con las ecuaciones 3.1 y 3.2 están dados en la tabla 3.6.

**Tabla 3.6.**

Ingresos para el análisis económico del SSFV.

Concepto	Unidad	Costo unitario energía. (SEN y SSFV)	Costo anual de energía (CUP)	Ingresos anuales suministro energía (CUP)
	kWh/año	\$/kWh	\$/año	\$/año
Consumo y costo evitado de energía eléctrica del SEN por suplir energía eléctrica desde el SSFV. ( $C_{eEE SEN}$ ).	39 445	2,14	\$84 412,3	\$84 412,3
Energía anual generada por el SSFV en horario día.	36 683,85	3,0	\$110 049	-
Costo anual de la energía eléctrica entregada al SEN por el SSFV en horario diurno. ( $C_{E.E.FV}$ al SEN).	2 761,15	3,0	\$8 283,45	\$8 238,45
Energía generada por el SSFV e ingresos totales por suministro de energía.	78 890,00	-	-	\$92 695,75

<sup>4</sup> Este parámetro es equivalente a la generación anual de energía eléctrica del SSFV en los días no laborables. (kWh/año)

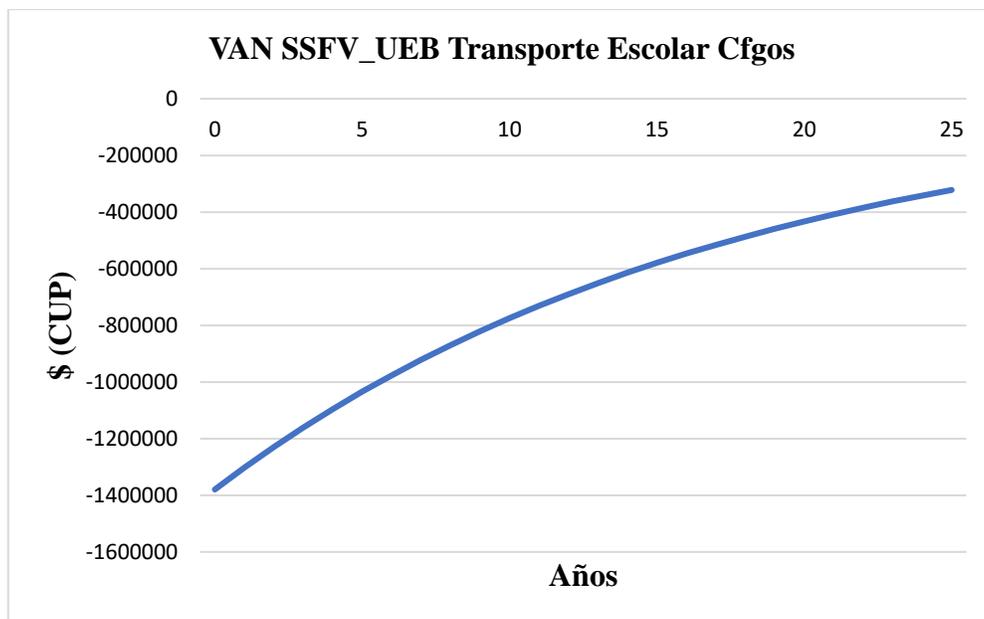
Los datos reflejados en este epígrafe posibilitan elaborar la hoja de Excel para el cálculo económico dada en los anexos 6-8

El resultado de la evaluación económica para las tres condiciones establecidas en la Tabla 3.6, dan como resultados:

**1. Inversión con costo definido por COPEXTEL S.A de 1 379 600.64 \$CUP para el SSFV en cuestión.**

**Figura 3.12**

*Resultados de la evaluación económica para inversión de \$ 57 483 360.*



Nota: (Elaboración propia)

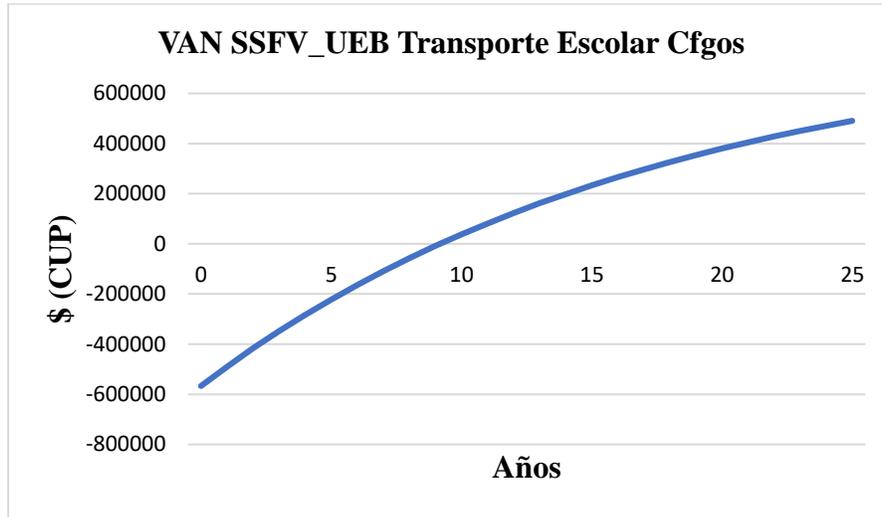
Los resultados de la evaluación económica con los precios suministrados por COPEXTEL S.A (Ver figura 3.12) muestran que con una inversión inicial de \$ 1 379 600.64 el proyecto presenta un VAN negativo al cabo de los 25 años, una Tasa Interna de Retorno (TIR) negativa y un Período de Recuperación de la Inversión (PRI) superior a la vida útil estimada para este tipo de tecnologías. Estos indicadores reflejan la inviabilidad del proyecto por lo que no se aconseja realizar esta inversión.

**2. Inversión con costo definido en Francia de 567 008,64 \$CUP para el SSFV en cuestión.**

La inversión realizada en estas condiciones, como se aprecia en la figura 3.13, presenta un VAN al cabo de los 25 años de \$ 476 186,15 inferior a la inversión inicial, un Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) de 10 años, además de una TIR de 3%.

**Figura 3.13**

*Resultados de la evaluación económica para inversión de \$ 567 008,64 \$CUP*

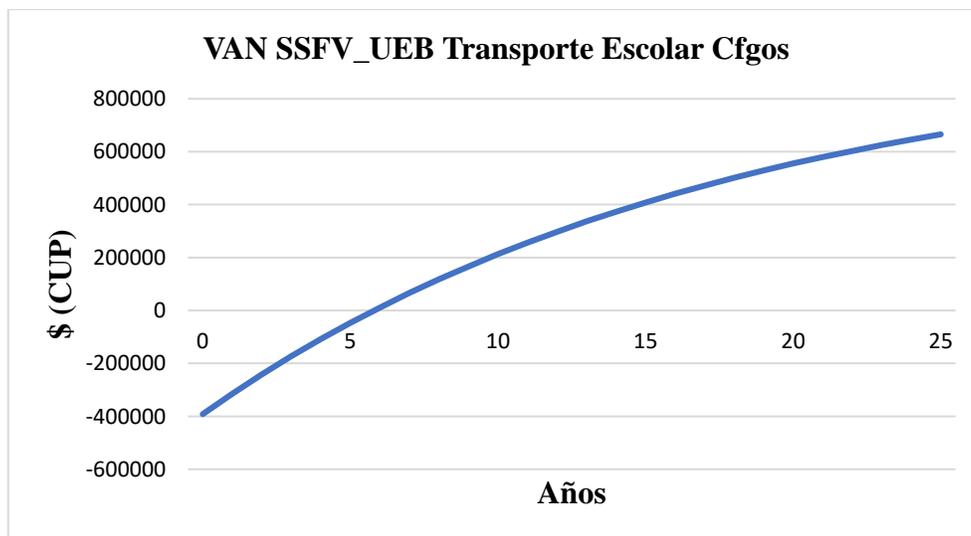


Nota: (Elaboración propia)

**3. Inversión con costo definido en China de 391 849.92 \$CUP para el SSFV en cuestión**

**Figura 3.14**

*Resultados de la evaluación económica para inversión de \$ 391849.92.*



Nota: (Elaboración propia)

Como se aprecia en la figura 3.14, la inversión inicial considerando uno de los costos más bajos en el mercado internacional (391 849.92 \$CUP) presenta un VAN de \$ 651 344,87,

al cabo de los 25 años, un Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) de 6 años y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 12%. Esta inversión sin dudas resulta la más adecuada para la entidad y de ser conseguido los precios iniciales en el rango dado, es la aconsejada a realizar.

Del análisis económico de las propuestas se puede concluir que el precio inicial decide la inversión, por lo que en nuestro país debe existir una política de estímulo gubernamental para el uso de las tecnologías que permitan el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía con una adecuada relación entre la inversión inicial y el pago unitario de la energía eléctrica por parte del SEN, solo así se hace factible la inversión en este campo.

### **3.5 Conclusiones parciales**

1. Fueron aplicadas las encuestas a directivos y técnicos de la empresa. Del total de aspectos evaluados en las encuestas a técnicos, el 54,46% refleja que tiene algún conocimiento sobre dicha norma, mientras que el 28,57% y el 16,96% no conoce o no tiene conocimiento sobre dicha norma.
2. Fueron presentadas las oportunidades de ahorro de energía de manera general y la evaluación de sustitución de lámparas fluorescentes por tecnología LED de bajo consumo. Por otro lado, se propuso además la incorporación de un sistema solar fotovoltaico sobre la cubierta de la UEB.
3. La propuesta de sustitución de las lámparas fluorescentes instaladas actualmente en la UEB por tecnología LED, traen un ahorro de energía de 1 640,44 kWh/año, considerando un costo de 2,1410 CUP/kWh esto aporta un ahorro económico de 3 510,6 CUP/año.
4. Considerando uno de los costos más bajos en el mercado internacional (391 849.92 \$CUP), la propuesta de utilización de un SSFV presenta un VAN de \$ 651 344,87, al cabo de los 25 años, un Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) de 6 años y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 12%.

# CONCLUSIONES



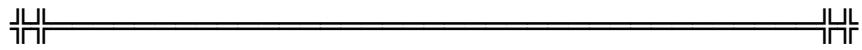
## CONCLUSIONES GENERALES

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 nuestra organización. Esta herramienta impacta positivamente en la reducción del consumo de energía de ahí la importancia de su utilización en aras de hacer más eficiente nuestra UEB, además reduce los costos de producción, así como la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera.
2. En la UEB Transporte Escolar Cienfuegos fueron considerados tres portadores energéticos: la gasolina, diésel y la energía eléctrica. La gasolina y diésel con un 51,27% y 47,86 % respectivamente caracterizan el objeto social fundamental de la unidad. A partir de una decisión de la dirección general se propuso que, aunque la energía eléctrica no tiene un peso representativo dentro del total de consumo si es de interés estudiar su comportamiento.
3. El consumo de energía eléctrica para la empresa está distribuido en 5 áreas fundamentales, estas son: La UEB dirección general, el área de logística, y las tres bases de transportación. Para el 2021 el consumo de energía que representó el 80% del total de consumo para la empresa fue la UEB (dirección general) con el 35,62% (9 000 kWh), la Base Cienfuegos con el 22,62 %(5 600 kWh) la Base Yaguaramas con 16,4% (4 100 kWh) y la Base la Cidra con el 16,83%.
4. Las áreas seleccionadas dentro de la UEB (Dirección general) son el área de pasillo, y los dos pisos con que cuenta la misma. Los locales de secretaría, dirección, y el salón de reuniones representan el 80 % de la potencia total instalada en el segundo piso, siendo este el de mayor impacto para la empresa.
5. Para la presentación de propuesta de LBE en fueron considerados los consumos de energía eléctrica para el período 2021-2022 y el área de la edificación. El valor bajo de  $R^2=0.11$  indica un bajo nivel de correlación entre ambas variables. La incorporación del efecto de la climatización en los consumos de energía de la empresa permitió establecer una nueva LBE en cuya correlación fue aceptable  $R^2=0.83$ . La ecuación del modelo es  $y=0,8861 x +524,1$ , la energía no asociada  $E_0$  para este caso fue de 524,1 kWh.
6. La propuesta de sustitución de las lámparas fluorescentes instaladas actualmente en la empresa por tecnología LED, traen un ahorro de energía de 1 640,44

kWh/año, considerando un costo de 2,1410 CUP/kWh esto aporta un ahorro económico de 3 510,6 CUP/año.

7. Considerando uno de los costos más bajos en el mercado internacional (391 849.92 \$CUP), la propuesta de utilización de un SSFV presenta un VAN de \$ 651 344,87, al cabo de los 25 años, un Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) de 6 año y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 12%

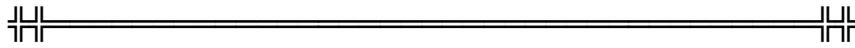
# RECOMENDACIONES



## **RECOMENDACIONES**

1. Presentar a la dirección de la UEB los resultados de dicho estudio, y así poder extender los resultados a otras UEB del país.
2. Analizar con otras empresas del territorio la posibilidad de implementar en un corto tiempo las propuestas de reducción de energía presentadas en esta investigación.

# BIBLIOGRAFÍA



## BIBLIOGRAFÍA

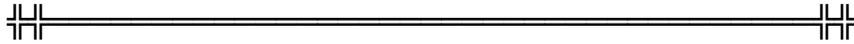
- Alarcón Arroyo, E. (2012). *IMPLANTACIÓN DE LA NORMA ISO 50001: 2011. SISTEMAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA*.
- Almanza Ruiz, B. (2014). Contribución a la implantación de la NC ISO 50001: 2011 que rige el Sistema de Gestión Energética en la UEB Hotel Pernik (Tesis de Grado, Universidad de Holguín. Facultad Ingeniería Industrial. Departamento de Turismo.
- Alomoto Fajardo, O. J., & Pilco Pilco, D. D. (2017). Diseño e implementación de un prototipo de inversor trifásico DC – AC acoplado a un panel fotovoltaico, utilizando el algoritmo de seguimiento del punto de máxima potencia mediante un microcontrolador. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17278>
- 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.
- Belmahdi, B., & Bouardi, A. E. (2020). Solar Potential Assessment using PVsyst Software in the Northern Zone of Morocco. *Procedia Manufacturing*, 46, 738-745. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.104>
- Binduhewa, P. J. (2021). Sizing Algorithm for a Photovoltaic System along an Urban Railway Network towards Net Zero Emission. *International Journal of Photoenergy*, 2021, 1-17. <https://doi.org/10.1155/2021/5523448>
- 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*.
- D'Amanzo, M., Mercado, M. V., & Ganem-Karlen, C. (2020). 10 preguntas de los edificios energía cero: Revisión del estado del arte. *Hábitat Sustentable*, 24-41. <https://doi.org/10.22320/07190700.2020.10.02.02>
- 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., (2006). 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, H. J. (1999). *Gestión energética en la industria*. Estudios Gerenciales.
- Díaz Méndez, E. G., & Varón Buenaventura, E. S., (2021). Revisión literaria de la implementación de la ISO 50001, eficiencia energética en entidades y organizaciones.
- 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 Elean*
- Energy Management Software, (RETSCREEN PLUS). (2020). *Datos Meteorológicos de la Nasa. Minister of Natural Resources Canada. <https://www.nrcan.gc.ca/maps-tools-and-publications/tools/modelling-tools/retscreen/7465>*.Mogrovejo.
- Finalé, P. (2021). *Costos de sistemas solares fotovoltaicos*. COPEXTEL S.A.
- 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.
- Gutiérrez, R. P., Gómez, M. del C. E., Echevarría, A. M., Cardoso, E. L. B., & Jover, J. N. (2021). Las fuentes renovables de energía en tres comunidades rurales de Cuba. Límites y oportunidades. *Universidad y Sociedad*, 13(6), 109-122.
- Internacional Renewable Energy Agency, (IRENA), (2021). *Renewable Power Generation Costs in 2020*. Abu Dhabi.
- Junaidh, P. S., Vijay, A., & Mathew, M. (2017). *Power enhancement of solar photovoltaic module using micro-climatic strategies in warm-humid tropical climate*. 2017 *Innovations in Power and Advanced Computing Technologies (i-PACT)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/IPACT.2017.8245137>
- Kumar, N. M., Das, P., & Krishna, P. R. (2017). *Estimation of grid feed in electricity from roof integrated Si-amorph PV system based on orientation, tilt and available roof surface area*. 2017 *International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (ICICT)*, 588-596. <https://doi.org/10.1109/ICICT1.2017.8342629>

- National Office of Statistics, Republic of Cuba. (NOSRC), (2020). Trading economics | 300.00 indicators | 196 countries. <https://es.tradingeconomics.com/cuba/inflation-cpi.%20retrieved%20from%20https://es.tradingeconomics.com/cuba/inflation-cpi>
- 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.
- Nordelo, A. B., & Caminos, C. (2013). *Recomendaciones Metodológicas para la Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía según la Norma ISO 50001*. Editorial Universo Sur.
- Oliver, J.L.T., & de AENOR, D.D.D. (2011). Sistema de Gestión Energética según la ISO 50001: 2011. UNE: boletín mensual de AENOR, (262), 20-25.
- 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.
- Rodríguez, A. R., (2011). Implementación de la etapa de Planificación Energética de la Norma ISO 50001, en la Batería de Grupos Electrónicos de la Refinería de Petróleo de Cienfuegos.
- 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*.
- 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.
- Ramírez, C. A. C., Pupo, A. M., Padrón, M. M., Soler, F. T., & Altamiran, C. F. A. (2021). Evaluación técnico-económica preliminar de la producción de electricidad a partir de plantas termosolares en Cuba/Preliminary economic and technical evaluation of the

- production of electricity from solar thermal plants in Cuba. *Ingeniería Energética*, 42(1), Article 1. <https://rie.cujae.edu.cu/index.php/RIE/article/view/607>
- Salazar Alava, E. J. (2016). *Análisis del factor de rendimiento y eficiencia para centrales de generación de energía solar fotovoltaica*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13100>
- Santos, R. D., Fuentesfría, A. S., Fernández, M. C., & Llanes, M. V. (2018). Análisis de la influencia del ángulo de inclinación en la generación de una central fotovoltaica. *Revista de Ingeniería Energética*, 39(3), 11.
- Sharma, S., Kurian, C. P., & Paragond, L. S. (2018). Solar PV System Design Using PVsyst: 2018 International Conference on Control, Power, Communication and Computing Technologies, ICCPCCT 2018. 2018 International Conference on Control, Power, Communication and Computing Technologies, ICCPCCT 2018, 123-128. <https://doi.org/10.1109/ICCPCCT.2018.8574334>
- Stolik Novygrad, D. (2019). Energía fotovoltaica para Cuba. *Revista Cubasolar*, 3. <https://isbn.cloud/9789597113591/energia-fotovoltaica-para-cuba/>
- Thangavelu, S., & Umapathy, P. (2021). Design of New High Step-Up DC-DC Converter Topology for Solar PV Applications. *International Journal of Photoenergy*, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2021/7833628>
- Vasudev, K. P., Mathew, M., Anand, A., & Hossain, J. (2018). *Performance Analysis of a 48 kWp Grid connected Rooftop Photovoltaic System*. 2018. (Ponencia) 4th International Conference for Convergence in Technology (I2CT), 1-6. <https://doi.org/10.1109/I2CT42659.2018.9058318>
- 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.
- Vishnupriyan, J., & Manoharan, P. (2018). *Optimizing an On-Grid Hybrid Power System in Educational Institution in Tamil Nadu, India*. *Springer Transactions in Civil and Environmental Engineering*. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-1202-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-981-13-1202-1_8)
- Vishnupriyan, J., & Manoharan, P. S. (2017). Demand side management approach to rural electrification of different climate zones in Indian state of Tamil Nadu. *Energy*, 138, 799-815. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.07.140>

# ANEXOS



## ANEXOS

Anexo 1. Resumen del cálculo de los límites de control para la energía en el 2021.

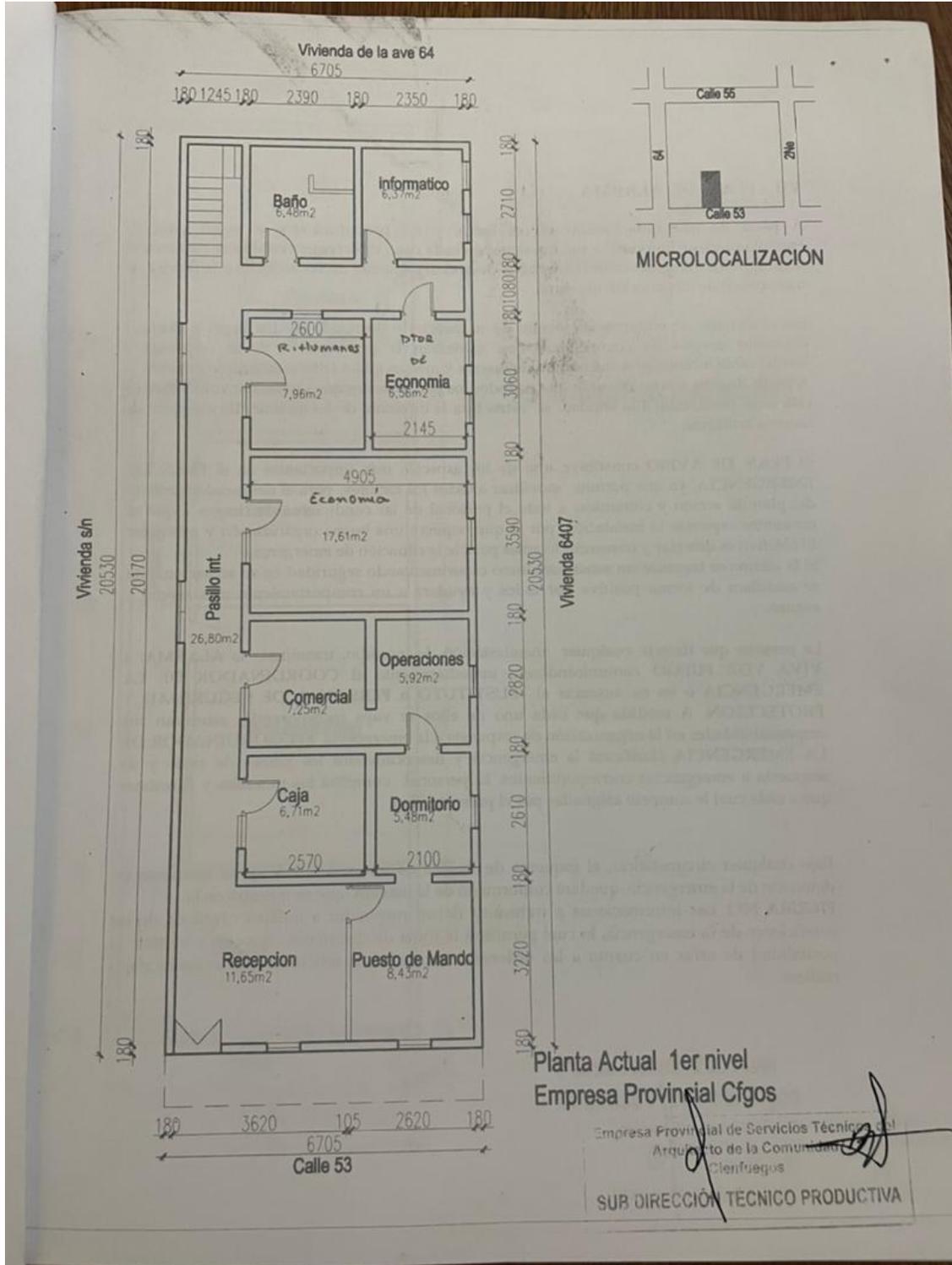
<b><u>UEB:</u></b>					
Meses	kWh	Promedio	D.Estándar	LCS	LCI
<b>Enero</b>	805	905.19	213.27	1331.73	478.65
<b>Febrero</b>	701.31	905.19	213.27	1331.73	478.65
<b>Marzo</b>	806.68	905.19	213.27	1331.73	478.65
<b>Abril</b>	806.68	905.19	213.27	1331.73	478.65
<b>Mayo</b>	1400	905.19	213.27	1331.73	478.65
<b>Junio</b>	1100	905.19	213.27	1331.73	478.65
<b>Julio</b>	957	905.19	213.27	1331.73	478.65
<b>Agosto</b>	619	905.19	213.27	1331.73	478.65
<b>Septiembre</b>	725	905.19	213.27	1331.73	478.65
<b>Octubre</b>	892.9	905.19	213.27	1331.73	478.65
<b>Noviembre</b>	1003	905.19	213.27	1331.73	478.65
<b>Diciembre</b>	1045.7	905.19	213.27	1331.73	478.65
<b>Total</b>	10862.27				
<b>Promedio</b>	905.19				
<b>D.Estándar</b>	213.27				

Anexo 1. Resumen del cálculo de los límites de control para la energía en el 2022.

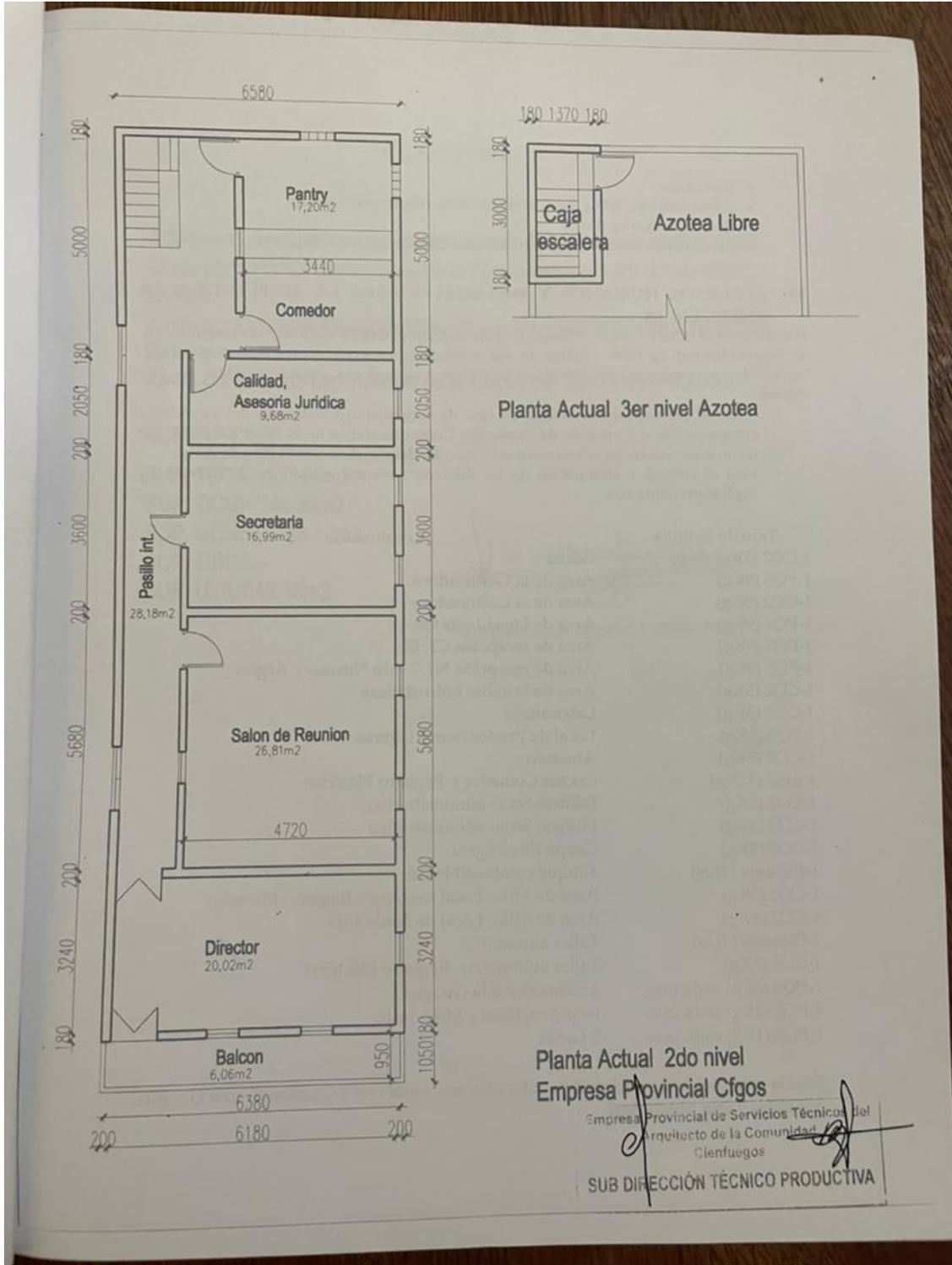
<b><u>UEB</u></b>					
<b><u>Dirección</u></b>					
<b><u>General:</u></b>					
Meses	kWh	Promedio	D.Estándar	LCS	LCI
<b>Enero</b>	<b><u>820.9</u></b>	1044.21	203.77	1451.76	636.66
<b>Febrero</b>	810.4	1044.21	203.77	1451.76	636.66
<b>Marzo</b>	1040	1044.21	203.77	1451.76	636.66
<b>Abril</b>	1085.47	1044.21	203.77	1451.76	636.66
<b>Mayo</b>	931.6	1044.21	203.77	1451.76	636.66
<b>Junio</b>	1568	1044.21	203.77	1451.76	636.66
<b>Julio</b>	1115	1044.21	203.77	1451.76	636.66
<b>Agosto</b>	1111	1044.21	203.77	1451.76	636.66
<b>Septiembre</b>	1194	1044.21	203.77	1451.76	636.66
<b>Octubre</b>	934	1044.21	203.77	1451.76	636.66
<b>Noviembre</b>	1011.3	1044.21	203.77	1451.76	636.66
<b>Diciembre</b>	908.8	1044.21	203.77	1451.76	636.66
<b>Total</b>	12530.47				
<b>Promedio</b>	1044.21				
<b>D.Estándar</b>	203.77				

Anexo 2.

Planos de la UEB Transporte Escolares.Planta 1



Anexo 2 (cont). Planos de la UEB Transporte Escolar Planta 2



Anexo 3.

Censo de cargas para la dirección general de la UEB Transporte Escolar (Planta 1).

Área	Equipo	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Potencia Total (W)	Tiempo de Funcionamiento (h)	Consumo (Wh)
Puesto de Mando	Lámpara c/difusor	2	40	80	6.5	520
	Ventilador	1	45	45	6.5	292.5
	TV	1	400	400	24	9600
	Pc	1	350	350	6.5	2275
	Refrigerador	1	350	350	24	8400
<b>Total</b>		<b>6</b>	<b>1185</b>	<b>1225</b>	<b>67.5</b>	<b>21087.5</b>
Caja	Lámpara c/difusor	1	40	40	6.5	260
	Ventilador	1	45	45	6.5	292.5
<b>Total</b>		<b>2</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>13</b>	<b>552.5</b>
Operaciones	Lámpara c/difusor	1	40	40	6.5	260
	Ventilador	1	45	45	6.5	292.5
	Pc	1	350	350	6.5	2275
	AA	1	3516.8	3516.8	6.5	22859.2
	Impresora	1	350	350	6.5	2275
<b>Total</b>		<b>5</b>	<b>4301.8</b>	<b>4301.8</b>	<b>32.5</b>	<b>27961.7</b>
Comercial	Lámpara c/difusor	1	40	40	6.5	260
	Ventilador	1	45	45	6.5	292.5
	Pc	1	350	350	6.5	2275
	Impresora	1	350	350	6.5	2275
<b>Total</b>		<b>4</b>	<b>785</b>	<b>785</b>	<b>26</b>	<b>5102.5</b>
Economía	Lámpara c/difusor	4	40	160	6.5	1040
	Ventilador	1	45	45	6.5	292.5
	Pc	1	350	350	6.5	2275
	AA	1	3516.8	3516.8	6.5	22859.2
	Impresora	2	350	700	6.5	4550
<b>Total</b>		<b>9</b>	<b>4301.8</b>	<b>4771.8</b>	<b>32.5</b>	<b>31016.7</b>
R.Humanos	Lámpara c/difusor	1	40	40	6.5	260
	Ventilador	1	45	45	6.5	292.5
	Pc	1	350	350	6.5	2275

	Impresora	1	350	350	6.5	2275
<b>Total</b>		<b>4</b>	<b>785</b>	<b>785</b>	<b>26</b>	<b>5102.5</b>
Dpto. Economico	Lámpara c/difusor	1	40	40	6.5	260
	Ventilador	2	45	90	6.5	585
	Pc	1	350	350	6.5	2275
	Impresora	2	350	700	6.5	4550
<b>Total</b>		<b>6</b>	<b>785</b>	<b>1180</b>	<b>26</b>	<b>7670</b>
Informática	Pc	1	350	350	6.5	2275
	Switch	1	740	740	6.5	4810
	AA	1	3516.8	3516.8	6.5	22859.2
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>4606.8</b>	<b>4606.8</b>	<b>19.5</b>	<b>29944.2</b>
<b>Total</b>				<b>30874</b>		<b>226931</b>

### Anexo 3.

Censo de cargas para la dirección general de la UEB Transporte Escolar (Planta 2).

Área	Equipo	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)	Tiempo de Funcionamiento (h)	Consumo (Wh)
Pantry	Lámpara c/difusor	2	40	80	24	1920
	Microwave	1	850	850	2	1700
	TV	1	400	400	24	9600
	Refrigerador	1	350	350	24	8400
<b>Total</b>		<b>5</b>	<b>1640</b>	<b>1680</b>	<b>74</b>	<b>21620</b>
Comedor	Lámpara c/difusor	1	40	40	24	960
	Caja de agua	1	220	220	24	5280
<b>Total</b>		<b>2</b>	<b>260</b>	<b>260</b>	<b>48</b>	<b>6240</b>
Calidad	Lámpara s/difusor	2	40	80	6.5	520
	Ventilador	4	45	180	6.5	1170
	Pc	3	350	1050	6.5	6825
<b>Total</b>		<b>9</b>	<b>435</b>	<b>1310</b>	<b>19.5</b>	<b>8515</b>
Secretaría	Lámpara c/difusor	2	40	80	6.5	520
	Ventilador	2	45	90	6.5	585
	Pc	3	350	1050	6.5	6825

	AA	1	3516.8	3516.8	6.5	22859.2
	Impresora	2	350	700	6.5	4550
<b>Total</b>		<b>10</b>	<b>4301.8</b>	<b>5436.8</b>	<b>32.5</b>	<b>35339.2</b>
Salón de Reuniones	Lámpara c/difusor	4	40	160	6.5	1040
	AA	1	3516.8	3516.8	6.5	22859.2
<b>Total</b>		<b>5</b>	<b>3556.8</b>	<b>3676.8</b>	<b>13</b>	<b>23899.2</b>
Dirección	Lámpara c/difusor	4	40	160	6.5	1040
	Ventilador	1	45	45	6.5	292.5
	AA	1	3516.8	3516.8	6.5	22859.2
<b>Total</b>		<b>6</b>	<b>3601.8</b>	<b>3721.8</b>	<b>19.5</b>	<b>24191.7</b>
<b>Total</b>				<b>28449</b>		<b>215418.5</b>

#### Anexo 4.

LBEn para la UEB considerando los m<sup>2</sup> climatizados y los Días Grados.

kWh	DG	m2 total	m2 climatizados	m2*DG	m2 climatizados*DG
3420	4	144.69	78.62	578.76	314.48
3585	3.875	144.69	78.62	560.67375	304.6525
3637	5.575	144.69	78.62	806.64675	438.3065
3673	7.4	144.69	78.62	1070.706	581.788
3717	7.9	144.69	78.62	1143.051	621.098
3750	8.6	144.69	78.62	1244.334	676.132
3801	9.05	144.69	78.62	1309.4445	711.511
3802	9	144.69	78.62	1302.21	707.58
3673	8.6	144.69	78.62	1244.334	676.132
3673	7.5	144.69	78.62	1085.175	589.65

3673	5.575	144.69	78.62	806.64675	438.3065
3673	5.4	144.69	78.62	781.326	424.548
805	4.7	144.69	78.62	680.043	369.514
701.31	3.8	144.69	78.62	549.822	298.756
806.68	6.9	144.69	78.62	998.361	542.478
806.68	8.2	144.69	78.62	1186.458	644.684
1400	7.6	144.69	78.62	1099.644	597.512
1100	8.6	144.69	78.62	1244.334	676.132
957	9.3	144.69	78.62	1345.617	731.166
619	9	144.69	78.62	1302.21	707.58
725	8.9	144.69	78.62	1287.741	699.718
892.9	7.8	144.69	78.62	1128.582	613.236
1003	6.9	144.69	78.62	998.361	542.478
1045.7	6.7	144.69	78.62	969.423	526.754
820.9	3.9	144.69	78.62	564.291	306.618
810.4	3.3	144.69	78.62	477.477	259.446
1040	6.1	144.69	78.62	882.609	479.582
1085.47	7.2	144.69	78.62	1041.768	566.064
931.6	8.2	144.69	78.62	1186.458	644.684
1568	8.6	144.69	78.62	1244.334	676.132
1115	9	144.69	78.62	1302.21	707.58

1111	9	144.69	78.62	1302.21	707.58
1194	8.7	144.69	78.62	1258.803	683.994
934	7.1	144.69	78.62	1027.299	558.202
1011.3	4.8	144.69	78.62	694.512	377.376
908.8	6.3	144.69	78.62	911.547	495.306

<b>kWh</b>	<b>DG</b>	<b>m2 total</b>	<b>m2 climatizados</b>	<b>m2*DG</b>	<b>m2 climatizados*DG</b>	<b>IDEn teórico</b>	<b>IDEn real</b>
805	4.7	144.69	78.62	680.043	369.514	2.30	2.179
701.31	3.8	144.69	78.62	549.822	298.756	2.64	2.347
806.68	6.9	144.69	78.62	998.361	542.478	1.85	1.487
806.68	8.2	144.69	78.62	1186.458	644.684	1.70	1.251
1400	7.6	144.69	78.62	1099.644	597.512	1.76	2.343
1100	8.6	144.69	78.62	1244.334	676.132	1.66	1.627
957	9.3	144.69	78.62	1345.617	731.166	1.60	1.309
619	9	144.69	78.62	1302.21	707.58	1.63	0.875
725	8.9	144.69	78.62	1287.741	699.718	1.64	1.036
892.9	7.8	144.69	78.62	1128.582	613.236	1.74	1.456
1003	6.9	144.69	78.62	998.361	542.478	1.85	1.849
1045.7	6.7	144.69	78.62	969.423	526.754	1.88	1.985
820.9	3.9	144.69	78.62	564.291	306.618	2.60	2.677
810.4	3.3	144.69	78.62	477.477	259.446	2.91	3.124

1040	6.1	144.69	78.62	882.609	479.582	1.98	2.169
1085.47	7.2	144.69	78.62	1041.768	566.064	1.81	1.918
931.6	8.2	144.69	78.62	1186.458	644.684	1.70	1.445
1568	8.6	144.69	78.62	1244.334	676.132	1.66	2.319
1115	9	144.69	78.62	1302.21	707.58	1.63	1.576
1111	9	144.69	78.62	1302.21	707.58	1.63	1.570
1194	8.7	144.69	78.62	1258.803	683.994	1.65	1.746
934	7.1	144.69	78.62	1027.299	558.202	1.83	1.673
1011.3	4.8	144.69	78.62	694.512	377.376	2.27	2.680
908.8	6.3	144.69	78.62	911.547	495.306	1.94	1.835

## Anexo 5. Especificaciones técnicas, eléctricas y parámetros térmicos del módulo

Celda	Celda Solar de Silicio Monocristalino PERC 156.75 mm x 156.75 mm
No. de celdas y conexiones	72 (6x12)
Dimensiones del módulo	1968 mm x 992 mm x40 mm
Cubierta frontal	Vidrio Templado
Material del marco	Aleación de aluminio anodizado
Peso	22 kg
<b>Características eléctricas</b>	
Modelo	DSM-380
Voltaje a circuito abierto ( $V_{oc}$ ) [V]	48.50
Voltaje en el punto de máxima potencia ( $V_{mp}$ ) [V]	39.33
Corriente de corto circuito ( $I_{sc}$ ) [A]	10.17
Corriente en el punto de máxima potencia ( $I_{mp}$ ) [A]	9.67
Potencia máxima a STC ( $P_m$ ) [Wp]	380
Tolerancia [%]	+3%
STC: 1000 W/m <sup>2</sup> , 25 °C, AM 1,5	
<b>Límites</b>	
Temperatura de operación	-40 a +85 °C
Voltaje máximo del sistema	A: 1500 VDC B: 1000 VDC
Valor máximo del fusible de la serie	A: 30 A B: 20 A
<b>Parámetros térmicos</b>	
NOCT	45 +-2 °C
Coefficiente de temperatura ( $I_{sc}$ )	0,04478 [%/°C]
Coefficiente de temperatura ( $V_{oc}$ )	-0.30537 [%/°C]
Coefficiente de temperatura ( $P_{MP}$ )	-0.41004 [%/°C]

fotovoltaico

## Anexo 6.

### Evaluación económica para la propuesta de iluminación en la UEB Transporte Escolar.

<b>Datos iniciales</b>											
Ingresos (I), \$		3510.600	3510.600	3510.600	3510.600	3510.600	3510.600	3510.600	3510.600	3510.600	3510.600
Gastos (G), \$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo inversión (Ko), \$	19000.000										
Tasa de descuento (r), %		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Tasa de inflación (f), %		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Margen de riesgo, %		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Tasa de impuestos (t), %		35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Vida útil (período de evaluación), años		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Resultados</b>											
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Depreciación (Dep), \$		6333.33333	6333.3333	6333.3333	6333.3333	6333.3333	6333.3333	6333.3333	6333.3333	6333.3333	6333.3333
Flujo de caja (Fc), \$		4498.557	4498.557	4498.557	4498.557	4498.557	4498.557	4498.557	4498.557	4498.557	4498.557
Tasa de descuento real (R)		0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029
Tasa de descuento real con margen (D)		0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059
Factor de descuento		0.945	0.892	0.843	0.796	0.752	0.711	0.671	0.634	0.599	0.566
Flujo de caja descontado (Fd), \$		4249.649	4014.513	3792.387	3582.552	3384.327	3197.070	3020.174	2853.066	2695.204	2546.077
Flujo descontado acumulado (Fda), \$	-19000.000	-14750.351	-10735.838	-6943.451	-3360.899	23.428	3220.499	6240.673	9093.739	11788.944	14335.020
<b>VPN, \$</b>											<b>14335.020</b>

Anexo 6.

Evaluación económica para los costos de Copextel SSFV UEB Transporte Escolar.

PROYECTO SSFV UEB Escolares Círgos																											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
<b>Datos Iniciales</b>																											
1 Ingresos (I) \$	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5	32090.5
2 Gastos (G) \$	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8
3 Costo inversión (Kc)	1379600.64																										
4 Tasa de descuento (r) %	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
5 Tasa de inflación (i) %	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6 Margen de riesgo (z)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
7 Tasa de impuesto (t) %	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
8 Vida útil estimada, años	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
<b>Resultados</b>																											
9 Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
10 Depreciación (Dep) \$	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280
11 Flujo de caja (Fca) \$	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705
12 Tasa de descuento real (R)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
13 Tasa de descuento real con margen (ID)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
14 Factor de descuento (Fdesc)	0.94	0.89	0.84	0.80	0.75	0.71	0.67	0.63	0.60	0.57	0.53	0.51	0.48	0.45	0.43	0.40	0.38	0.36	0.34	0.32	0.30	0.29	0.27	0.26	0.24	0.24	
15 Flujo de caja descontado (Fcd) \$	77090.40958	72824.9483	68795.4377	64988.3992	61393.187	57996.1966	54787.2302	51755.818	48982.1258	46186.3023	43631.3523	41217.2019	38936.628	36782.2396	34747.055	32824.4784	31008.2792	29292.5714	27671.7949	26140.6969	24694.3156	23327.9634	22037.2124	20817.8795	19666.013	18566.013	
16 Flujo descontado acumulado (Fda) VPN \$	-1379600.6	-1302510.23	-1229685.3	-1160893.8	-1095900.8	-1034507.7	-976511.47	-921724.24	-869968.42	-821076.29	-774893.38	-731258.03	-69040.83	-65104.2	-614321.96	-579574.91	-546750.43	-515742.15	-486449.58	-458777.78	-432637.09	-407942.77	-384614.81	-362577.6	-341759.72	-322093.7	
<b>CALCULO DEL TIG</b>																											
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Flujo de caja (Fca) \$	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71
Tasa de descuento real con margen (ID)	0.06																										
Factor de descuento (Fdesc)	0.94	0.89	0.84	0.79	0.75	0.70	0.67	0.63	0.59	0.56	0.53	0.50	0.47	0.44	0.42	0.39	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29	0.28	0.26	0.25	0.25		
Flujo de caja descontado (Fcd) \$	76386.51415	72628.7869	68917.7235	64629.3618	60980.53	57528.8019	54272.4546	51200.4289	48302.2314	45568.1994	42988.8674	40555.5353	38293.9389	36094.282	34051.2095	32123.7825	30305.4552	28590.0521	26971.7472	25445.0446	24004.759	22645.9391	21364.1501	20154.8596	19014.0175		
Flujo descontado acumulado (Fda) VPN \$	-1379600.6	-1302614.13	-1229986.3	-1161467.6	-1096828.3	-1035947.7	-978318.92	-924046.47	-872846.04	-824543.75	-778975.55	-735986.68	-695431.14	-657171.21	-621076.92	-587025.71	-554901.93	-524596.48	-496006.42	-469034.68	-443588.63	-419584.87	-396938.87	-375574.72	-355419.87	-336405.85	



Anexo 8.

Evaluación económica para los costos de China SSFV UEB Transporte Escolar.

CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO																													
Tomando los datos de la tabla anterior se tiene:																													
PROYECTO SSFV UEB Escolares Cfgos																													
Nº	Datos iniciales	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
1	Ingresos (I) \$		82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	82080.5	
2	Gastos (G) \$		4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8	4924.8
3	Costo inversión (K) \$		391849.92																										
4	Tasa de descuento (i) %		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
5	Tasa de inflación (f) %		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
6	Margen de riesgo %		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
7	Tasa de impuesto (t) %		35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	
8	Vida útil estimada, años		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
Resultados		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
9	Año		71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	71280	
10	Depreciación (Dep.) \$		81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705	81605.705
11	Flujo de caja (F <sub>c</sub> ) \$		0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
12	Tasa de descuento real (F <sub>r</sub> )		0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
13	Tasa de descuento real con margen (D)		0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
14	Factor de descuento (F <sub>desp</sub> )		77090.40988	72824.9483	68795.4877	64988.9982	61393.167	57996.1966	54787.2302	51755.818	48892.1358	46186.3029	43631.9523	41217.2019	38936.628	36782.2396	34747.095	32824.4784	31008.2792	29292.5714	27671.7949	26140.6969	24694.3156	23327.9634	22037.2124	20817.8795	19668.013	18586.013	
15	Flujo de caja descontado (F <sub>d</sub> ) \$		-391849.92	-314759.81	-241934.56	-173139.06	-108190.07	-46756.948	11239.2481	66026.4783	11792.2396	166674.432	212861.335	256492.687	297709.889	336646.517	373428.757	408175.812	441000.29	472008.569	501301.141	528972.936	555113.633	579807.948	603135.912	625173.124	645991.004	665657.017	
16	Flujo descontado acumulado (F <sub>d</sub> ) VPN \$																												
CALCULO DEL TIR																													
Año		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
	Flujo de caja (F <sub>c</sub> ) \$		81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	81605.71	
	Tasa de descuento real con margen (D)		0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	
	Factor de descuento (F <sub>desp</sub> )		0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	
	Flujo de caja descontado (F <sub>d</sub> ) \$		76986.51415	72628.7869	68517.7235	64639.3618	60980.63	57628.8019	54272.4546	51200.4289	48302.2944	45568.1994	42988.8674	40555.6393	38259.9389	36094.282	34051.2095	32123.7825	30305.4952	28590.0521	26971.7472	25445.0446	24004.759	22645.9991	21364.1501	20154.8586	19014.0275	17934.0275	
	Flujo descontado acumulado (F <sub>d</sub> ) VPN \$		-391849.92	-314863.406	-242234.62	-173716.91	-109077.53	-48097.004	9431.79834	63704.253	114904.682	163206.973	208775.173	251764.04	292319.575	330579.514	366673.796	400725.006	432848.788	463154.243	491744.296	518716.043	544161.087	568165.846	590811.845	612175.995	632330.854	651344.872	
	TIR		12%																										
			VAN SSFV_UEB Escolares Cfgos																										