

**REPÚBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**UNIVERSIDAD
DE CIENFUEGOS**
CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ

**TÍTULO: Implementación de un Sistema de Gestión
Energética en la Empresa de Ingeniería y
Proyecto de la Electricidad (INEL), de
Cienfuegos.**

Tesis en opción al Título de Ingeniero Mecánico.

AUTOR: Juan Pablo Jiménez Suárez.

TUTOR: M. Sc. Gustavo Crespo Sánchez.

**Cienfuegos, 2020
“Año 62 de la Revolución”**

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS

Sistema de Documentación y Proyecto. Hago constar que el presente trabajo constituye la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Mecánica en la Universidad de Cienfuegos, autorizando a que el mismo sea utilizado por el Centro de Estudio Superior para los fines que estime conveniente, ya sea parcial o totalmente, que además no podrá ser presentado sin la aprobación de dicha institución.

Firma del autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido según acuerdo de la dirección del centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada

Información Científico Técnico
Nombre y Apellidos. Firma

Firma del Vice Decano
Nombre y apellidos

Firma del Tutor
Nombre y apellidos

Sistema de Documentación y Proyecto
Nombre y Apellidos. Firma

Dedicatoria



DEDICATORIA

A mis padres Juan Francisco y Milagros

A mi hermano Juan Ernesto

Agradecimientos



AGRADECIMIENTOS

✚ A mi mamá, a mi papá y a mi hermano por ayudarme en toda mi vida, por su constante entrega, preocupación y ser mis guías.

✚ A mis buenos amigos.

✚ A los profesores de todos estos años por los conocimientos adquiridos en mi formación.

✚ A mi tutor por su ayuda en la realización de este trabajo

Resumen



RESUMEN

La investigación se realizó en la Empresa de Ingeniería y Proyecto de la Electricidad (INEL), de Cienfuegos. Tuvo como objetivo general implementar la etapa de planificación energética de la NC ISO 50001 en la INEL, Cienfuegos en función de proponer una mejora en su política. La eficiencia energética es un concepto que se relaciona con el uso y consumo de la energía. El sector empresarial en Cuba se beneficia con la implementación de un Sistema de Gestión Energética basada en la norma NC – ISO 50001: 2011. Para cumplir con el objetivo propuesto se partió del estudio de la documentación existente y del análisis de todos los portadores energéticos operados. Sobre la base de los datos obtenidos y teniendo en cuenta los indicadores empleados por la entidad en la actividad económica que realiza, en este caso, consumo/producción, y aplicando todas las herramientas y etapas de trabajo de la norma se identificó a la electricidad como el portador con mayor consumo. Se aplicaron las herramientas básicas para la implementación de un sistema de gestión energética según la Norma ISO 50001:2011, que permitieron proponer la Línea Base Energética Meta para la Empresa y el Indicador de Eficiencia Energética (0.0375mw/h cada 1000 pesos). Se identificaron oportunidades de ahorro para el logro de una mejora en la eficiencia energética durante la prestación de los servicios de la empresa.

Palabras Claves: energía, portadores energéticos, gestión energética, eficiencia energética, Norma ISO 50001

ABSTRACT

Research was carried out at the Electricity Engineering and Project Company (INEL), in Cienfuegos. Implementing NC ISO 50001 energy planning stage in INEL Cienfuegos in order to propose an improvement in its policy was general objective taking into account that business sector in Cuba benefits from Energy Management System implementation based on the NC - ISO 50001: 2011 standard. To fulfil proposed objective, research started from existing documentation study and energy carriers consume. Based on obtained data and considering entity indicators used in the economic activity, in this case, consumption/production, and applying all standard tools and work stages, electricity was identified as the highest consumption carrier. Energy management system implementation basic tools according to ISO 50001: 2011 Standard were applied, which allowed to propose Company Energy Base Line Goal as well as Energy Efficiency Indicator (0.0375 MWh/TP (Thousand Pesos)). Savings opportunities were identified to achieve an improvement in energy efficiency during company's services provision.

Keywords: energy, energy carriers, energy management, energy efficiency, ISO 50001 Standard

Indice



INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
INDICE.....	v
INTRODUCCIÓN	1
Capítulo 1: Marco teórico actual sobre el Sistema de Gestión Energética y tendencias en la implementación de la Norma Internacional ISO 50001:2011.....	5
1.1 Introducción al Capítulo.....	5
1.2 Sistema de Gestión Energética.....	5
1.2.1 Eficiencia energética. Gestión Energética. Sistema de Gestión Energética. Beneficios de un Sistema de Gestión Energética.....	5
Beneficios que aporta un Sistema de Gestión Energética a las organizaciones:	7
1.2.2 En América Latina y el Caribe	8
1.2.3 En Cuba.....	9
1.3 Norma ISO 50001.....	10
1.3.1 Propósitos	10
1.3.2 Experiencias de la implementación de la norma	11
1.3.3 Pasos para el cumplimiento de la norma.....	12
1.4 Planificación energética.....	14
1.4.1 Resultados de la planificación energética.....	15
Conclusiones Parciales del Capítulo 1	23
Capítulo 2: Caracterización energética de la Empresa de Ingeniería y Proyecto de la Electricidad (INEL), Cienfuegos.....	23
2.1 Descripción del caso de estudio	23
2.2 Caracterización energética.....	25
2.3 Revisión Energética	25
2.3.1 Análisis de los principales portadores energéticos de la entidad 2017-2019.....	26
2.4 Análisis del consumo de energía eléctrica.....	29
Conclusiones Parciales del Capítulo 2	34
Capítulo 3. Desarrollo de los elementos básicos del sistema de gestión energética en la INEL, Cienfuegos	35

3.1. Línea Base Energética.....	35
3.2. Indicador de Desempeño Energético	36
3.3 Análisis de brechas para la verificación del cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 50001.....	37
3.4 Análisis de las oportunidades de ahorro energético	40
Conclusiones Parciales del Capítulo 3	42
CONCLUSIONES.....	42
RECOMENDACIONES.....	43
BIBLIOGRAFÍA	44

Introducción



INTRODUCCIÓN

El uso ineficiente de la energía en la industria y los servicios se deben, generalmente, a una gestión inadecuada en la administración de estos recursos y no a capacidad o actualización de la tecnología productiva o de servicios existente.

Elevar la eficiencia energética es importante, donde la tendencia al encarecimiento de la energía y a su agotamiento obliga a los estados a utilizarlos de manera más racional y eficiente. Es por ello, que el sector energético está comprometido con el desarrollo de una política integral que, además de promover la utilización de energías alternativas, haga especial énfasis en los programas de ahorro y su uso eficiente, que permitan satisfacer las necesidades energéticas de las empresas y el sector residencial.

La mejor fuente de obtención de energía, es aquella que se ahorra a partir de la eficiencia energética, ya que no requiere gastos adicionales de energía primaria y no produce contaminación ambiental adicional, contribuyendo a la sustitución de cantidades respetables de energía, que de otra forma es necesario emplear.

La gestión energética en las organizaciones actuales ha pasado de un enfoque estrictamente medioambiental a un elemento clave de la eficiencia y eficacia de los procesos productivos. Esta afirmación es aún más loable después de que en el año 2011 la Organización Internacional de Estandarización (ISO) publicara la norma ISO 50001 que establece los requisitos básicos que deben cumplir los sistemas de gestión de la energía. Es la primera norma sobre un sistema de gestión de la energía internacional tras un amplio número de normas nacionales y regionales, como la norma EN 16001. Es una norma para gestionar la energía, identificando áreas críticas afectadas por el sobreconsumo energético, permitiendo visibilidad para proyectar inversiones y progresos, considerando el consumo de energía en el proceso de decisión, para el diseño de todos los equipos, compra de materias primas y prestaciones de servicios. La organización ISO estima que la norma puede influir hasta en un 60% del consumo mundial de energía. Cuba es signataria de dicha norma.

Los beneficios de la eficiencia energética a nivel mundial están dados por la reducción de las emisiones contaminantes y la contribución al desarrollo sustentable. A nivel de países, en la conservación de los recursos energéticos límites, la mejora de la seguridad energética. la reducción de las importaciones de energéticos y la reducción de costos que pueden ser utilizados para el desarrollo. A nivel de empresa el incremento de la eficiencia energética

reduce las cuentas de energía, incrementa la competitividad, eleva la productividad y las ganancias.

En la práctica se actúa sobre los consumos energéticos y no sobre la eficiencia energética, lo cual se explica porque es el consumo lo que se contrata y lo que se paga. La gestión empresarial sobre la energía se limita, en la generalidad de los casos, a obtener un buen contrato de energía y monitorear los cambios en la cuenta mensual y la variación del índice de consumo (consumo por unidad de producción) en el tiempo, observando oportunidades de cambios tecnológicos que pueden disminuir el consumo energético, pero que generalmente tienen sus causas en problemas de mantenimiento que afectan la producción. Se actúa sobre el efecto y no sobre la causa del problema que se desea resolver: reducir los costos de energéticos. Y en no pocas ocasiones este esfuerzo se manifiesta infructuoso, con resultados cíclicos de altas y bajas.

El enorme potencial de producir ahorros y mejoras de eficiencia en todas las etapas de producción y uso de la energía es ampliamente reconocido, pero alcanzar este potencial sigue siendo un desafío que demanda la formulación de políticas de gestión energética que, sobre bases informadas, prioricen y focalicen los presupuestos siempre limitados hacia la formulación de programas con mayor potencial de ahorro de energía y recursos.

Lo más importante para lograr la Eficiencia Energética en una Empresa no es solo que se tenga un plan de ahorro de energía, sino que exista un sistema de gestión energética que garantice que ese plan sea renovado cada vez que sea necesario.

En materia de eficiencia energética los países de América Latina y el Caribe presentan situaciones muy diversas. Destacan países como México y Brasil que desde tiempo atrás han venido consolidando sus marcos institucionales regulatorios de apoyo a las actividades de eficiencia energética, e implementado exitosos programas en esta área. En contraste, en la gran mayoría de los países de la región los avances han sido más lentos. No obstante, desde hace ya algunos años a nivel regional se constatan importantes progresos en la materia, ya sea con la promulgación de leyes de eficiencia energética, la creación de agencias o unidades específicas encargadas de la temática, o la incorporación de planes de eficiencia energética al proceso de planificación general del sector energético.

La necesidad de actuar frente a los desafíos impuestos por el cambio climático también ha influido en el realce que se le está dando a los temas relacionados con la eficiencia energética y, por ende, en la gestión energética de las empresas.

En el caso particular de Cuba, desde los años 2004-05 se trabaja en un profundo proceso de transformación del sistema energético, con altos índices de mejoras eléctricas, y de inversiones monetarias, encaminadas a la utilización de sistemas renovables y de cogeneración eléctrica. El conocimiento y aplicación de proyectos sobre la base de mejorar la eficiencia energética debe continuar enaltecándose, ya que cualquier ahorro y aprovechamiento de energía es altamente positiva en la economía energética de un país con escasos recursos.

Los directivos de la INEL evalúan constantemente el desempeño energético de la empresa a partir de indicadores de consumo de portadores energéticos establecidos sobre la base de lineamientos directivos determinados nacionalmente por el Ministerio de Energía y Minas y de las cifras asignadas por el gobierno territorial. De la misma manera, llevan un control consecuente del consumo de los portadores energéticos. No obstante, a lo expresado con anterioridad, no tienen establecido los sistemas y procesos necesarios en correspondencia con la norma ISO 50001, que les permitan mejorar su desempeño energético y que contribuya al uso más eficiente de sus fuentes de energía disponibles.

Dada la importancia que representa la reducción de gastos y el aumento en la eficiencia energética en el sector empresarial cubano, la Empresa INEL Cienfuegos, mostró interés en el desarrollo de investigaciones en este sentido.

De las razones establecidas anteriormente, se plantea el siguiente **Problema científico:**

La Empresa de Ingeniería y Proyecto de la Electricidad INEL, no dispone de un sistema de gestión energética, que le permita desarrollar e implementar una política energética, y emprender acciones, para mejorar su desempeño energético de conformidad con la Norma ISO 50 001.

Hipótesis:

Si se aplica un sistema de gestión de energía en la empresa de Ingeniería y Proyecto de la Electricidad, INEL Cienfuegos, este facilitará establecer los sistemas, procesos y la gestión sistemática de la energía necesaria para mejorar su desempeño y los costos energéticos.

Objetivo general:

Implementar la etapa de planificación energética de la NC ISO 50001 en la INEL, Cienfuegos.

Objetivos específicos:

1. Sintetizar los últimos estudios y experiencia en los sistemas de gestión de energía basados en la implementación de la Norma ISO 50001:2011.
2. Caracterizar energéticamente a la Empresa de Ingeniería y Proyecto de la Electricidad, INEL Cienfuegos.
3. Aplicar las herramientas de la Norma ISO 50001:2011 para determinar el indicador de eficiencia energética.

La tesis se estructura en tres capítulos:

Capítulo 1: Marco teórico actual sobre el Sistema de Gestión Energética y tendencias en la implementación de la Norma Internacional ISO 50001:2011

Capítulo 2: Caracterización energética de la Empresa de Ingeniería y Proyecto de la Electricidad (INEL), de Cienfuegos.

Capítulo 3. Desarrollo de los elementos básicos del sistema de gestión energética en la INEL, Cienfuegos

Capítulo I



Capítulo 1: Marco teórico actual sobre el Sistema de Gestión Energética y tendencias en la implementación de la Norma Internacional ISO 50001:2011

1.1 Introducción al Capítulo

En este capítulo se estudia la bibliografía sobre el Sistema de Gestión Energética y la Norma ISO 50001:2011, profundizando en elementos conceptuales.

1.2 Sistema de Gestión Energética

1.2.1 Eficiencia energética. Gestión Energética. Sistema de Gestión Energética. Beneficios de un Sistema de Gestión Energética

La Eficiencia Energética mide la relación existente entre la producción de un rendimiento, servicio o bien, y el gasto de energía necesario para producirlo.

La eficiencia energética tiene como objeto reducir el consumo de energía mediante el uso eficiente de la misma, optimizando los procesos productivos para producir más bienes y servicios utilizando la misma energía o menos.

La Eficiencia Energética corresponde a la capacidad para usar menos energía produciendo la misma cantidad de iluminación, calor y otros servicios energéticos. Es un conjunto de acciones que permiten emplear la energía de manera óptima, incrementando la competitividad de las empresas, mejorando la calidad de vida, reduciendo costos y al mismo tiempo, limitando la producción de gases de efecto invernadero.

Las empresas que apuestan por la gestión energética obtienen un mayor rendimiento por la energía que consumen, al tiempo que mantienen el nivel de prestaciones que necesitan.

La Gestión Energética recoge el conjunto de acciones necesarias para perfeccionar la relación existente entre la producción de un rendimiento, servicio o bien, y el gasto de energía necesario para producirlo. Trata de optimizar el uso de la energía manteniendo las mismas prestaciones o servicios, esto es, haciendo más eficiente su consumo. El objetivo es conseguir los mismos servicios o productos a un coste energético y, por tanto, económico, más bajo.

La gestión energética consiste en la optimización en el uso de la energía buscando un uso racional y eficiente, sin disminuir el nivel de prestaciones.

Los servicios de gestión energética, también llamados SGE, se proponen diseñar toda una política energética dirigida a explotar el ahorro potencial que existe en todo tipo de consumo energético. Un SGE persigue obtener un rendimiento mayor por la energía que se gasta, sea cual sea la escala de las necesidades energéticas o la tipología de consumo. Los SGE se diseñan para rentabilizar tanto un consumo doméstico como uno industrial.

La gestión energética apoya objetivos como la conservación de los recursos energéticos y la protección del medio ambiente, debido a la reducción final de las emisiones de carbono.

Un diseño para la implementación de un Sistema de Gestión Energética debe basarse en lo que los distintos autores nombran, un ciclo de mejora continua (PHVA, según sus siglas en inglés), cuyas fases son, en este orden: *Planificar, Hacer, Verificar, Actuar* (Figura 1.1)

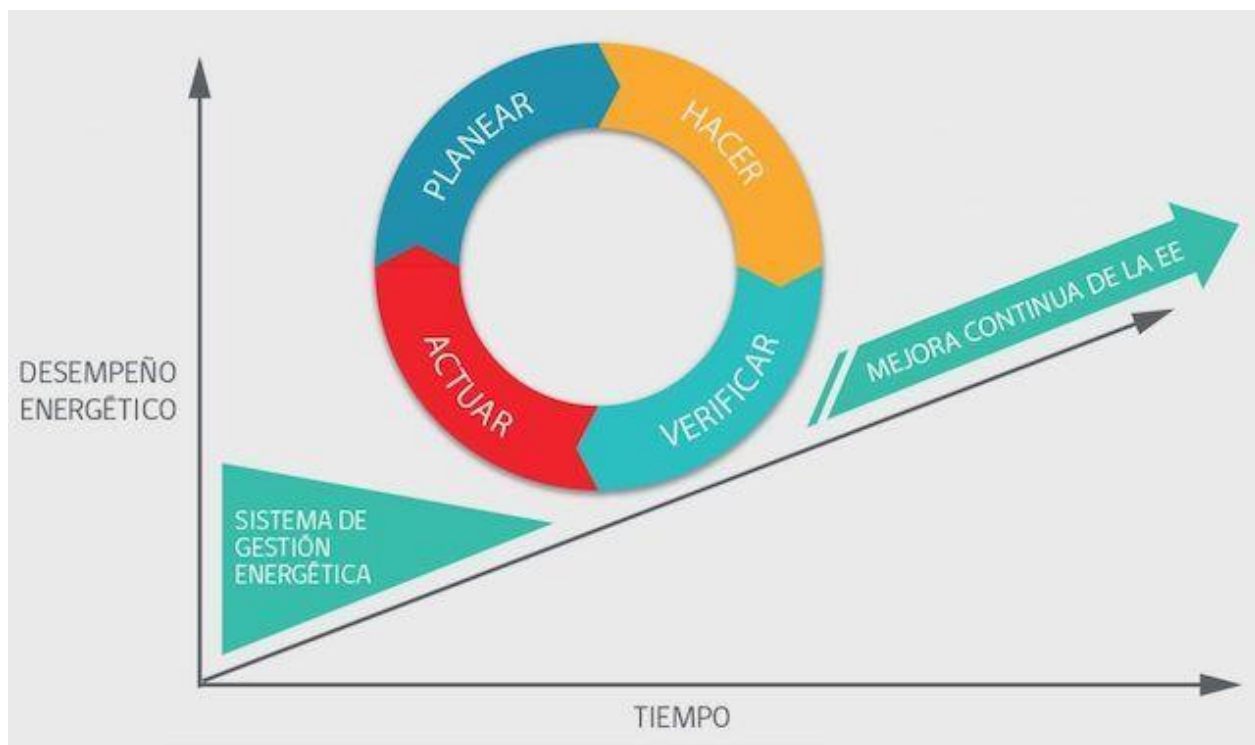


Figura 1.1 Sistema de Gestión Energética

Este es un sistema basado en la mejora continua del rendimiento energético. Al final del proceso se producen las correcciones necesarias y se vuelve a empezar, de manera que los objetivos energéticos se van adaptando a la estrategia que se quiera implantar.

Es necesaria pues, una planificación que detecte en primer lugar cómo se usa la energía y cuáles son los niveles de confort o de producción necesarios. Con esta información, se plantearán las acciones necesarias que han de ser monitorizadas para una vez obtenidos los resultados poder verificar los objetivos.

Este método hace que los SGE planteen objetivos a corto, medio y largo plazo, de manera que, si bien los resultados son visibles en fases tempranas, la optimización del sistema es progresiva.

Qué acciones pueden formar parte de un sistema de Gestión Energética:

- Aislamiento térmico, ventilación, recuperadores de calor.
- Evaluación del ciclo de vida útil de los materiales.
- Sustitución de fuentes de energía fósiles por energías renovables.
- Auditorías energéticas.
- Constatación del ahorro energético tras la implantación del SGE.

Beneficios que aporta un Sistema de Gestión Energética a las organizaciones:

Generalmente, los motivos por los cuáles la implementación de una norma puede generar dudas vienen del coste de inversión, tanto temporal como económica. No obstante, estos inconvenientes son ampliamente superados por los beneficios que pasamos a explicar:

➤ **Ahorro en energía**

Un Sistema de Gestión Energética busca la eficiencia del uso de la energía, por lo tanto, el seguir los requisitos y medidas que implementa hará que rápidamente se aprecien los resultados en modo de ahorro en costes derivados del uso de la electricidad. No tienen por qué ser mejoras que repercutan en el presupuesto, sino que también pueden ser mejoras de comportamiento energético. De forma general, este ahorro proviene de las siguientes fuentes:

- Detección, control y seguimiento del consumo energético para analizar consumos energéticos innecesarios y así tener un control para evaluar el desempeño energético.
- Compra de equipos más eficientes y creación de procesos energéticos más eficaces.
- Búsqueda y aplicación de medidas de ahorro y eficiencia energética.
- Aplicación de protocolos de control de la maquinaria y procesos.

➤ **Mejor imagen corporativa**

Demostrar que una empresa está certificada en ISO 50001 aporta beneficios en la imagen de marca, demostrar el compromiso con el medioambiente mejorará la percepción de nuestra organización, por lo que será un aspecto positivo a la hora de elegir nuestros servicios.

➤ **Posibilidad de optar por licitaciones**

En muchas ocasiones, uno de los requisitos para poder optar en concursos o licitaciones es contar con un Sistema de Gestión Energética, por lo que el no tenerlo será un motivo para descartar las solicitudes de las empresas que no cuentan con él.

➤ **Prueba frente a terceros del compromiso medioambiental**

Certificarse en ISO 50001 no solo provocará una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero derivados del uso de la energía, sino que también, al ser uno de sus requisitos el cumplimiento normativo del país en el que se aplica, hará que se eviten multas y sanciones derivadas del uso de energía.

1.2.2 En América Latina y el Caribe

La Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) agrupa a la mayoría de los países de la región en torno al uso y explotación de la energía.

La OLADE plantea entre sus propósitos que los países serán más competitivos en la medida en que aumenten su eficiencia energética: es decir, en la medida en que los consumos de energía por unidad de producto producido o de servicio prestado sean cada vez menores. De esta forma, todos podrán contribuir, con un consumo más racional, al aumento de la eficiencia global.

Aboga por el uso eficiente de la energía en los hogares, edificaciones, transporte e industrias.

Las industrias regionales más comunes y de alta intensidad energética en la región son la agroindustria, la minería, la industria química, el sector de la pulpa y el papel, el sector del hierro y el acero y el cemento.

Para el sector industrial recomienda:

- 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.

- Fomentar el desarrollo de productos y servicios de eficiencia energética para pequeñas y medianas empresas a través de: Mecanismos de apoyo para la promoción y la ejecución de auditorías energéticas; Suministro de información y guías adecuadas para cada subsector; Actividades continuas de construcción de capacidades, intercambio de mejores prácticas y experiencias; Apoyar el desarrollo de instrumentos financieros que reduzcan el riesgo de las inversiones para los bancos locales.

Trabaja en proyectos de Eficiencia Energética con el objetivo de Institucionalizar la eficiencia energética en los países de América Latina y el Caribe a fin de lograr ahorros de energía sostenibles, que difieran las necesidades de inversión en el sector energético, mejoren las finanzas del país y reduzcan las emisiones de CO₂. Entre sus alcances están:

- Fortalecimiento de la institucionalidad para desarrollar la eficiencia energética.
- Capacitación de profesionales en eficiencia energética en manejo de programas.
- Ejecución de proyectos demostrativos para entrenar a los profesionales de la institución en el manejo de programas nacionales.

1.2.3 En Cuba

A partir del año 2000 hubo un reordenamiento de las concepciones de la política energética nacional, se llevó a cabo un programa de profundas transformaciones que tuvieron su punto culminante en el año 2005 con la Revolución Energética que estableció un conjunto de estrategias encaminadas a transformar los esquemas de generación de electricidad y consumo de portadores energéticos tanto en el sector estatal como en el residencial.

Las principales directivas de la Revolución Energética fueron orientadas a:

- El incremento en la extracción del crudo nacional y el gas acompañante, con un proceso de asimilación paulatina del mismo en las plantas eléctricas, para permitir la autosuficiencia energética.
- La implementación del Programa de Ahorro de Electricidad (PAEC) para reducir las tasas de crecimiento de consumo y la demanda máxima.
- Medidas de ahorro en los sectores residencial y estatal que permitan el uso racional de la energía.
- La rehabilitación de las redes eléctricas.

- El desarrollo del uso de la energía renovable, fomentando el empleo de la energía eólica y fotovoltaica, entre otras.

En el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030 se plantea que el Estado promoverá la EE y el desarrollo de fuentes renovables de energía. Asimismo, el documento “Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución”, elaborado en 2011, incluye en su capítulo dedicado a la política energética varios lineamientos que hacen referencia explícita a la implementación de acciones de EE. Destacan la necesidad de mantener una política activa de gestión de la demanda eléctrica, elevar significativamente la eficiencia en la generación eléctrica, dedicar atención a la disminución de las pérdidas en la distribución y transmisión de energía eléctrica, fomentar la cogeneración, alcanzar el potencial de ahorro identificado en el sector estatal y trabajar hasta lograr la captación de las reservas de eficiencia del sector residencial (incluyendo la revisión de las tarifas vigentes, para que cumplan su papel de regulador de la demanda). Se plantea también la necesidad de concebir las nuevas inversiones tomando en consideración los aspectos relacionados con la EE e instrumentando adecuadamente los procedimientos de supervisión. Asimismo, se manifiesta la exigencia de perfeccionar el trabajo de planificación y control del uso de los portadores energéticos, ampliando los elementos de medición y la calidad de los indicadores de eficiencia e índices de consumo establecidos, y de impactar el sistema educativo y los medios de difusión masiva para profundizar en la calidad e integralidad de la política enfocada al ahorro y al uso eficiente y sostenible de la energía.

1.3 Norma ISO 50001

1.3.1 Propósitos

El propósito de esta Norma Internacional es facilitar a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética y el uso y el consumo de la energía. Su implementación exitosa depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización y, especialmente, de la alta dirección.

Ella especifica los requisitos de un sistema de gestión de la energía (SGEn) a partir del cual la organización puede desarrollar e implementar una política energética y establecer objetivos, metas, y planes de acción que tengan en cuenta los requisitos legales y la información relacionada con el uso significativo de la energía. Un SGEn permite a la

organización alcanzar los compromisos derivados de su política, tomar acciones, según sea necesario, para mejorar su desempeño energético y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta Norma Internacional.

Esta Norma Internacional se basa en el ciclo de mejora perenne: Planificar – Hacer – Verificar – Actuar (PHVA) e incorpora la gestión de la energía a las prácticas habituales de la organización. Es aplicable independientemente del tipo de energía utilizada.

Esta Norma Internacional:

- se aplica a todas las variables que afectan al desempeño energético que puedan ser controladas por la organización y sobre las que pueda tener influencia. Esta Norma Internacional no establece criterios específicos de desempeño con respecto a la energía.
- ha sido diseñada para utilizarse de forma independiente, pero puede ser alineada o integrada con otros sistemas de gestión.
- es aplicable a toda organización que desee asegurar que cumple con su política energética declarada y que quiera demostrar este cumplimiento a otros. Esta conformidad puede confirmarse mediante una autoevaluación y autodeclaración de conformidad o mediante la certificación del sistema de gestión de la energía por parte de una organización externa.

1.3.2 Experiencias de la implementación de la norma

Considerando las fortalezas que tiene el país para implementar la NC ISO 50001: 2011 se creó un Comité para su implementación, cuya tarea inicial consiste en preparar un Programa de Capacitación con la finalidad de detectar previamente las necesidades de formación en eficiencia energética en el sector empresarial, iniciando el proceso con las empresas mayores consumidoras del país a partir de las experiencias acumuladas en el tema de gestión energética por más de 20 años. Dicho comité es integrado por la Oficina Nacional de Normalización (ONN), la Oficina Nacional de Uso Racional de la Energía (ONURE) y la Red de Eficiencia Energética del MES.

Diferentes empresas nacionales y extranjeras han trabajado de forma independiente en la implementación de la norma ISO 50001, aplicando sus diferentes etapas en función de las características de la empresa.

Existen ejemplos de empresas de la provincia de Cienfuegos en las que se han realizado estudios basados en la Norma ISO 50001. Entre ellas se pueden mencionar:

- En la Empresa Cementos Cienfuegos S. A., se desarrolló una experiencia con el objetivo general de integrar el sistema de gestión energética al sistema de gestión de la empresa.
- En la Universidad de Cienfuegos en el 2011 se elaboró una norma empresarial de Gestión Energética utilizando la ISO 50001 como norma de referencia.
- En la empresa de Copextel S.A, se desarrolló una experiencia con el objetivo general de integrar el sistema de gestión energética al sistema de gestión de la empresa, definiéndose como indicador fundamental kWh/m *DG. (Valdivia, 2015).
- Se comenzaron estudios en el Hospital Provincial y Pediátrico, analizándose el sistema energético. Para ellos fue determinado un Paciente Equivalente Total (P.E.T) para la mejora en la correlación entre la energía y los pacientes atendidos en estas instituciones de salud (Suárez, 2017) (Rodríguez, 2017).
- Se implementó un Sistema de Gestión de Energía en ECOI-6 Cienfuegos (Méndez, 2018).
- Se crearon las bases para la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía en la UEB Helados de la Empresa de Productos Lácteos Escambray basados en las herramientas de la NC ISO-50001:2011(Valle, 2019).
- Se realizó un diagnóstico Energético a la U.E.B Combinado de Áridos de Arriete (Díaz, 2019).

1.3.3 Pasos para el cumplimiento de la norma

Pasos fundamentales para su cumplimiento:

La alta dirección debe designar un representante de la dirección con la habilidad adecuada puede ser un candidato interno con una persona con experiencia en gestión de la energía con el objetivo de mejorar el desempeño energético.

➤ Establecimiento de la política energética:

La política energética es la guía para la implementación y la mejora del SGE y el comportamiento energético de la organización. Debe ser una declaración breve, de forma que los miembros de la organización la comprendan claramente y la apliquen consecuentemente en sus actividades. La política energética debe establecer el compromiso

de la organización para alcanzar la mejora del comportamiento energético y debe ser divulgada para que sea de conocimiento del todo el personal.

La alta dirección debe definir la política energética y asegurar que:

- sea apropiada a la naturaleza y a la magnitud del uso y del consumo de energía de la organización;
- b) incluya un compromiso de mejora continua del desempeño energético;
- c) incluya un compromiso para asegurar la disponibilidad de información y de los recursos necesarios para alcanzar los objetivos y las metas;
- d) incluya un compromiso para cumplir con los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba, relacionados con el uso y el consumo de la energía y la eficiencia energética;
- e) proporcione el marco de referencia para establecer y revisar los objetivos energéticos y las metas energéticas;
- f) apoye la adquisición de productos y servicios energéticamente eficientes y el diseño para mejorar el desempeño energético;
- g) se documente y se comuniqué a todos los niveles de la organización;
- h) se revise regularmente y se actualiza si es necesario.

➤ **Planificación energética:**

La planificación 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.

➤ **Revisión energética**

La organización debe desarrollar, registrar y mantener una revisión energética. La metodología y el criterio utilizados para desarrollar la revisión energética deben estar documentados. Para desarrollar la revisión energética, la organización debe:

a) analizar el uso y el consumo de la energía basándose en mediciones y otro tipo de datos, es decir:

- identificar las fuentes de energía actuales;
- evaluar el uso y consumo pasados y presentes de la energía;

b) basándose en el análisis del uso y el consumo de la energía, identificar las áreas de uso significativo de la energía, es decir:

- identificar las instalaciones, equipamiento, sistemas, procesos y personal que trabaja para, o en nombre de, la organización que afecten significativamente al uso y al consumo de la energía;
- identificar otras variables pertinentes que afectan a los usos significativos de la energía;
- determinar el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía;
- estimar el uso y consumo futuros de energía;

c) identificar, priorizar y registrar oportunidades para mejorar el desempeño energético.

➤ **Implementación y operación**

La organización debe utilizar los planes de acción y los otros elementos resultantes del proceso de planificación para la implementación y la operación, incluyendo:

- Competencia, formación y toma de conciencia.
- Comunicación
- Documentación.
- Control operacional
- Diseños y nuevos proyectos.
- Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía.

1.4 Planificación energética

En un sistema de gestión de la energía, el proceso de planificación es medular para todo el sistema, tanto para su alto componente técnico, como para los resultados que en él se obtienen.

La planificación energética debe ser coherente con la política energética y debe conducir a actividades que mejoren de forma continua el desempeño energético. La organización debe llevar a cabo y documentar la planificación energética, incluyendo: los requisitos legales y otros requisitos, la revisión energética, la línea de base energética, los indicadores de desempeño energético, los objetivos, metas y planes de acción. En la figura. 1.2 se muestra un diagrama conceptual que ilustra una planificación energética.

Proceso de planificación energética

ENTRADA DE LA PLANIFICACIÓN	PROCESO DE PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA: REVISIÓN ENERGÉTICA	SALIDAS: RESULTADOS DE LA PLANIFICACIÓN
- Fuentes de energía actuales - Uso y consumo de la energía pasado y presente - Variables relevantes que afectan el uso significativo de la energía. - Desempeño energético	a) Analizar y evaluar el uso y consumo pasados y presentes de la energía b) Identificar las áreas de uso significativo de la energía y de consumo c) Identificar oportunidades para la mejora del desempeño energético	- Línea de base energética - IDEns - Objetivos, Metas - Planes de acción de GE - Oportunidades de mejoras - Plan de ahorro energético

Figura. 1.2: Diagrama conceptual del proceso de planificación energética Fuente: Norma cubana NC - ISO 50 001.

1.4.1 Resultados de la planificación energética

❖ Línea de base energética

La Línea de base energética es una referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético de una entidad. Refleja un periodo determinado y también se utiliza para calcular los ahorros energéticos, como una referencia antes y después de implementar las acciones de mejora del desempeño energético de la organización.

La organización debe establecer una o varias líneas de base energética utilizando la información de la revisión energética inicial y considerando un período para la recolección de los datos adecuados al uso y consumo de la energía de la organización. Los datos en el desempeño energético de la organización deben medirse en relación a la línea de base energética. Esto es definido por el equipo de trabajo para la Revisión Energética Inicial. Se determinan los gráficos de dispersión y correlación por cada Línea Base Energética.

➤ **La línea de base energética se recomienda hacerla utilizando los Diagramas de Consumo Producción (Energía vs. Producción).**

Este gráfico de Energía vs. Producción puede realizarse por tipo de portador energético, y por áreas, considerando en cada caso la producción asociada al portador en cuestión.

Utilidad de los Diagramas Energía vs. Producción:

- Determinar en qué medida la variación de los consumos energéticos se deben a variaciones de la producción.
- Mostrar si los componentes de un indicador de consumo de energía están correlacionados entre sí, y por tanto, si el indicador es válido o no.
- Establecer nuevos indicadores de consumos o costos energéticos.
- Determinar la influencia de factores productivos de la empresa sobre los consumos energéticos y establecer variables de control.
- Identificar el modelo de variación promedio de los consumos respecto a la producción.
- Determinar cuantitativamente el valor de la energía no asociada a la producción.

¿Cómo realizar el gráfico E vs. P?

- Recolectar los datos de consumo de energía y producción asociada a ellos para el mismo período de tiempo seleccionado (día, mes, año, etc.).
- Graficar los pares (E, P) en un diagrama x, y. En el eje y se ubica la escala de consumo energético y en el eje x la escala de producción.
- Utilizando el método de los mínimos cuadrados o algún paquete estadístico, determinar el coeficiente de correlación entre E y P. Trazar la recta que más ajuste a los puntos situados en el diagrama o línea de tendencia.
- Calcular analíticamente la pendiente y el intercepto de la recta, expresando su ecuación de la forma:

$$Y = m.X + z, \quad E = m.P + E_0 \quad E = 0.5106 P + 55.975 \text{ (Ejemplo)}$$

Dónde:

- (Y) E – consumo de energía (MWh) en el período seleccionado
- (X) P – producción (t) asociada en el período seleccionado m – pendiente de la recta que significa la razón de cambio medio del consumo de energía respecto a la producción. (0.5106). Para calcular m se puede hacer por la siguiente formula:
- (z) E_0 – intercepto de la línea en el eje y, que significa la energía no asociada a la producción. (55.975 KWh)
- m.P – es la energía utilizada en el proceso productivo.

- R- correlación. Si la nube de puntos es estrecha y alargada, se representa por una línea recta, lo que indica que la relación es fuerte; si la nube de puntos tiene una tendencia elíptica o circular, la relación es
- débil. Si al crecer los valores de A lo hacen los de B, la relación es directa (pendiente positiva); si al crecer los valores de A disminuyen los de B, la relación es inversa (pendiente negativa).

La energía no asociada al proceso productivo en una empresa puede corresponder a:

- Iluminación de plantas, electricidad para equipos de oficinas, ventilación.
- Áreas climatizadas, tanto de calefacción como de aire acondicionado.
- Energía usada en servicios de mantenimiento.
- Trabajo en vacío de equipos eléctricos o térmicos.
- Energía perdida en salideros de vapor, aire comprimido, deficiente aislamiento térmico, etc.
- Pérdidas eléctricas por potencia reactiva.
- Pérdidas por radiación y convección en calderas.
- Precalentamiento de equipos y sistemas de tuberías.

El porcentaje de energía no asociada (E_{na}) se determina como:

$$E_{na} = (E_0/E_m) \cdot 100, \%$$

Dónde:

- E_m – es el valor del consumo medio de energía determinado como el valor de la línea central del gráfico de control de consumo del portador energético correspondiente.
- El valor del porcentaje de energía no asociada a la producción debe ser tan pequeño como sea posible. Este valor varía con el tipo de producción y de proceso tecnológico utilizado para una producción dada. Constituye un parámetro a monitorear y controlar.

Si el coeficiente de correlación entre E y P en el gráfico E vs. P es débil, las causas pueden encontrarse en los siguientes aspectos:

- El término producción (P) no ha sido adecuadamente establecido: (Ej: existe producción en proceso que ha consumido energía y esta no ha sido considerada; la estructura de producción incluye productos con diferentes requerimientos energéticos;

etc.). En este caso es necesario determinar una producción equivalente, para establecer la gráfica.

- Los períodos en que se han medido la producción (P) y el consumo (E) no son iguales.
- La empresa está trabajando a una capacidad muy baja respecto a su capacidad nominal, tiene grandes consumidores laborando en regímenes subcargados, cantidades significativas de energía residual que no utiliza o un consumo fijo de energía muy alto.
- El consumo de energía en la empresa no es controlado adecuadamente y las prácticas de operación y mantenimiento están pobremente definidas. El monitoreo y la supervisión energética son débiles.

Uso del diagrama E vs. P para la reducción y control de los consumos energéticos.

- Caracterizar la situación actual de los consumos energéticos por portadores fundamentales, determinando la producción asociada (o producción equivalente asociada) significativa, el porcentaje de energía no asociada a la producción y los posibles problemas que afectan estos parámetros.
- Controlar periódicamente el porcentaje de energía no asociada a la producción por tipo de portador.
- Establecer metas y planes para reducir la energía no asociada a la producción por tipo de portador.
- Si existen puntos por encima y por debajo de la recta de ajuste, para un mismo valor de producción, identificar los factores productivos que han provocado ese comportamiento y establecer conclusiones acerca de su influencia en los consumos.

➤ La línea de base energética se recomienda además utilizando Diagrama índice de consumo – producción (IC vs. P)

Este diagrama se realiza después de haber obtenido el gráfico E vs. P y la ecuación,

$E = m.P + E_o$, con un nivel de correlación significativo.

La expresión de la función $IC = f(P)$ se obtiene de la siguiente forma:

$$E = m.P + E_o,$$

$$IC = E/P = m + E_o/P,$$

$$IC = m + E_o/P$$

El gráfico IC vs. P es muy útil para establecer sistemas de gestión energética, y estandarizar procesos productivos a niveles de eficiencia energética superiores.

Valores de IC por debajo de la curva que representa el comportamiento del índice durante el periodo de referencia comparativa, indican un incremento de eficiencia del proceso; en el caso contrario existe un potencial de disminución del índice de consumo igual a la diferencia entre el IC real (sobre la curva) y el IC teórico (en la curva) para igual producción. También se pueden establecer sobre este gráfico las metas de reducción del índice proyectadas para el nuevo periodo e ir controlando su cumplimiento.

Utilidad del Diagrama IC vs. P

- Establecer metas de índices de consumos en función de una producción planificada por las condiciones de mercado.
- Evaluar el comportamiento de la eficiencia energética de la empresa en un período dado.
- Determinar el punto crítico de producción de la empresa o de productividad de un equipo y planificar estos indicadores en las zonas de alta eficiencia energética.
- Determinar factores que influyen en las variaciones del índice de consumo a nivel de empresa, área o equipo.

Uso del diagrama IC vs P para la reducción y control de los consumos energéticos.

- Caracterizar el nivel de eficiencia con que un trabajo en el período evaluado al comparar los pares reales (E/P, P) sobre el diagrama con la curva de referencia.
- Comprobar y determinar los índices de consumo por portador energético de la empresa a planificar para un nivel de producción previsto.
- Determinar las metas de índices de consumo para los diferentes niveles de producción.
- Determinar el punto crítico de producción para la programación de la producción en la empresa, áreas o equipos. Conocer la zona de producción de alta y baja eficiencia energética.
- Identificar factores que influyen en el incremento o disminución del índice de consumo de la empresa, área o equipo.
- Evaluar el nivel de eficiencia energética de la producción por portador energético a nivel de empresa, área o equipo.

Uso del diagrama IC vs. P para la identificación de factores que influyen en los índices de consumo.

- Realizar la curva teórica IC vs. P y dibujar los pares (E/P, P) sobre el diagrama.
 - Identificar puntos con igual producción P pero diferentes valores de IC.
 - Seleccionar indicadores de producción de la empresa que puedan influir sobre el índice de consumo.: productividad, rendimiento horario, interrupciones, rechazos, tipo de producciones, etc.
 - Evaluar, para los puntos que están por encima de la curva de referencia y los que están por debajo, la influencia de los indicadores de producción.
 - Obtener conclusiones acerca de la influencia de los indicadores de producción en el índice de consumo y verificar que éstas sean válidas para el resto de los puntos del diagrama.
- **La línea de base energética se recomienda también utilizando Diagrama de Pareto**
- Los diagramas de Pareto son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en porcentaje. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total.
 - El diagrama de Pareto es muy útil para aplicar la Ley de Pareto o Ley 80 – 20, que identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado.

Utilidad del Diagrama de Pareto.

- Identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema o fenómeno como puede ser: los mayores consumidores de energía de la fábrica, las mayores pérdidas energéticas o los mayores costos energéticos.
- Predecir la efectividad de una mejora al conocer la influencia de la disminución de un efecto al reducir la barra de la causa principal que lo produce.
- Determinar la efectividad de una mejora comparando los diagramas de Pareto anterior y posterior a la mejora.

Uso del diagrama de Pareto para identificar puntos claves de control de los consumos y costos energéticos.

- Identificar el 20% de los portadores energéticos de las fábricas que producen el 80% del consumo total equivalente, realizando un diagrama de Pareto de los consumos equivalentes de energía (tep) por portador energético.
- Identificar el 20% de las áreas de la empresa que producen el 80% del consumo energético de un portador energético específico, realizando un diagrama de Pareto de los consumos energéticos de ese portador para las diferentes áreas que lo utilizan en la fábrica.
- Identificar el 20% de los equipos que producen el 80% del consumo energético de un portador específico, realizando un diagrama de Pareto de los consumos de ese portador para todos los equipos que lo utilizan.
- Realizar de igual forma que lo explicado en los 3 puntos anteriores, diagramas de Pareto para los costos energéticos.
- Identificar el 20% de los equipos o áreas que producen el 80% de las pérdidas energéticas equivalentes de la empresa, realizando un diagrama de Pareto de las pérdidas energéticas equivalentes para todos los equipos donde estas son significativas.

Deben realizarse ajustes a la línea de base energética cuando se den una o más de las siguientes situaciones:

- Los IDEns ya no reflejan el uso y el consumo de energía de la organización,
- Se hayan realizado cambios importantes en los procesos, patrones de operación o sistemas de energía,
- Así lo establece un método predeterminado.

❖ **Planes de acción y metas para la gestión de la energía**

- La organización debe establecer, implementar y mantener objetivos y metas energéticas documentados, en los niveles, funciones, procesos e instalaciones pertinentes dentro de la organización. Deben establecerse plazos para el logro de los mismos.
- Los objetivos y metas energéticas deben ser coherentes con la Política Energética. Las metas que se establezcan pueden ser a corto, mediano y largo plazo.

Las metas deben ser:

- Retadoras y a la vez alcanzables, que impliquen avance, que presenten grados de dificultad.
- Concretas, orientadas a resultados.
- Con fechas específicas de inicio y terminación.
- Acordadas, colegiadas con el personal involucrado, que constituyan un compromiso de todos.
- Evaluables, con claros y definidos criterios de medida.

❖ **Indicadores de eficiencia energética**

Usualmente la eficiencia energética se evalúa a través de los llamados indicadores de eficiencia energética que permiten medir “cuán bien” se utiliza la energía para producir una unidad de producto o prestar un servicio. Un índice energético es un parámetro que indica de qué forma se está utilizando la energía para suplir los servicios energéticos en un edificio, un indicador que posibilita evaluar los consumos energéticos ante una base comparable.

Para evaluar los cambios en la eficiencia energética se utilizan generalmente indicadores de tres tipos fundamentales:

Índices de consumo:

- Energía consumida / Producción realizada
- Energía consumida / Servicios prestados
- Energía consumida / Área construida

Índices de Eficiencia:

- Energía teórica (plan) / Energía real
- Energía producida / Energía consumida

Índices Económico-Energéticos:

- Gastos Energéticos /Gastos Totales
- Gastos energéticos/Ingresos (ventas)
- Costos planificados energéticos /costos reales
- Energía total consumida (TCE)/Valor de la producción total realizada (Intensidad Energética)

Conclusiones Parciales del Capítulo 1

1. Se sintetizó los últimos estudios y experiencia en los sistemas de gestión de energía basados en la implementación de la Norma ISO 50001:2011, su funcionamiento, importancia y beneficios.
2. Se describió la etapa de Planificación Energética, donde a partir de la revisión y el establecimiento de la Línea base de la energía, el Indicador de desempeño energético, objetivos, metas y planes de acción se permite conseguir resultados en las oportunidades de mejoras en la eficiencia energética y la política de energía de la empresa.

Capítulo III



Capítulo 2: Caracterización energética de la Empresa de Ingeniería y Proyecto de la Electricidad (INEL), Cienfuegos

2.1 Descripción del caso de estudio

La empresa de Ingeniería y Proyecto de la Electricidad (INEL) se constituyó mediante la Resolución 15 con fecha 29 de enero de 1996.

Tiene como misión la de brindar servicios técnicos de proyección e ingenieros para nuevas inversiones y la ampliación, reconstrucción, conservación, reparación, mantenimiento, demolición, y desmontaje de equipos existentes.

Su visión está dada en ser una entidad de servicio público con trabajadores comprometidos responsables y vocación de servicio que trabajan, con apego a los valores organizacionales, para satisfacer plenamente los requerimientos de nuestro pueblo con indicadores de eficacia y eficiencia entre los mejores del área geográfica en la industria eléctrica.

El principal cliente de INEL es la Unión Eléctrica (UNE), aunque además brinda servicios al turismo, Recursos Hidráulicos, la minería y a unidades asistenciales como hospitales, entre otros.

En su carpeta de negocios figura la modernización, arranque y puesta en marcha de hidroeléctricas, subestaciones, grupos electrógenos, centrales termoeléctricas, el montaje de parques fotovoltaicos y otros, son los servicios que esta empresa brinda.

Igualmente asume estudios energéticos, acomodos de carga, soluciones de averías y supervisiones de obras en las especialidades de automática, eléctrica y mecánica.

En la organización se comparten los siguientes valores:

- Compromiso con la Revolución, el Partido, la Organización y con todo nuestro pueblo. Valor que debe caracterizar a los trabajadores, que conlleva preservar los principios revolucionarios y las conquistas alcanzadas como responsabilidad máxima que deberán asumir todos los trabajadores del sector y estará presente en cada misión o tarea que realicen tanto dentro como fuera del país.
- Compromiso con calidad en el cumplimiento de nuestra misión. Tener como principio de toda tarea este atributo, es poner la excelencia como meta en el trabajo y no hacer la más mínima concesión a la mediocridad y a la falta de calidad en aras de cantidad o de abaratar los costos.

- Espíritu de servicio. Servir con calidad y alcanzar la máxima satisfacción del cliente, despojándose de todo sentimiento que los haga parecer disminuidos por prestar un servicio con afabilidad, cordialidad y que complazca a quien lo recibe, ya sea persona o entidad.
- Sentido de la urgencia en la atención a los problemas y quejas. Inmediata y rápida obligación de cumplir sin excusas ni pretextos, sin dilataciones
- Sentido de pertenencia e identidad. Honor de ser trabajador eléctrico.
- Laboriosidad. Afición y satisfacción por el trabajo creador. Concebir al trabajo como la fuente de la riqueza, como un deber social y la vía honrada para la realización de los objetivos sociales y personales.
- Cultura del detalle. Es la ejecución al por menor y minuciosa de las tareas encomendadas y otros aspectos de la vida cotidiana.
- Responsabilidad. Posibilitar la creación de un clima de autodisciplina en el desempeño de las misiones en las actividades cotidianas.
- Fortalecemos el espíritu de colaboración y de trabajo en equipo, el diálogo y debate para la identificación de los problemas y la unidad de acción en la selección de posibles alternativas de solución.
- Actuar con la rectitud e integridad en todos los ámbitos de la vida y en la acción de vivir de su propio trabajo y esfuerzo.
- Integralidad. Estar preparados en todas las actividades del área de trabajo.
- Nos identificamos con la igualdad social que se expresa en que los seres humanos sean acreedores de los mismo derechos y oportunidades para su desarrollo.
- Lograr el dominio total de la actividad que se realiza, aplicando la teoría con creatividad y dando una respuesta científica a cada tarea o misión asignada.
- Dignidad. Nos sentimos libres y actuamos consecuentemente con capacidad para desarrollar cualquier actividad en la sociedad en defensa de los intereses de la Revolución y somos respetados por ser consecuente en nuestros principios y en la correspondencia entre lo que pensamos y hacemos.

- Consagración al trabajo. Es dedicarse con todas las fuerzas y responsabilidad a la tarea que se acometa, ser exigente con uno mismo en el cumplimiento de los deberes laborales.
- No mentir, decir siempre la verdad. Actuar con transparencia, con plena correspondencia entre la forma de pensar y actuar, asumiendo una postura adecuada ante lo justo en el colectivo. Ser sinceros con apego a la verdad y exigirlo a los demás. Ser ejemplo en el cumplimiento de la legalidad y los deberes.

La Empresa está situada en la carretera a O'Bourke, en las instalaciones que ocupaba la antigua planta eléctrica Dionisio San Román, y colinda con la termoeléctrica Carlos Manuel de Céspedes.

Cuenta con un edificio de dos pisos y un sótano donde se encuentran las oficinas administrativas, laboratorios, una pequeña área de pruebas al aire libre y un parqueo.

En la empresa laboran 32 trabajadores que incluyen a los administrativos, especialistas, técnicos y personal de servicios.

2.2 Caracterización energética

Resulta necesario caracterizar el nivel de la gestión energética que se realiza en la empresa, tanto al inicio de la implementación de un sistema de gestión energética para establecer el punto de partida, la línea base, como periódicamente para evaluar los avances que se logran y las insuficiencias que persisten en el proceso.

La caracterización del nivel de la gestión energética en una institución se puede realizar utilizando diversos métodos y herramientas, pero en general, se evalúa la situación en los seis aspectos claves de la gestión energética:

1. Política Energética
2. Organización
3. Información y Comunicación
4. Monitoreo y Control
5. Divulgación y Capacitación
6. Inversiones

2.3 Revisión Energética

- **Balance energético:**

En la empresa INEL se utilizan para lograr sus servicios satisfactoriamente 3 portadores energéticos (Figura 2.1):

1. Electricidad
2. Diésel
3. Gasolina

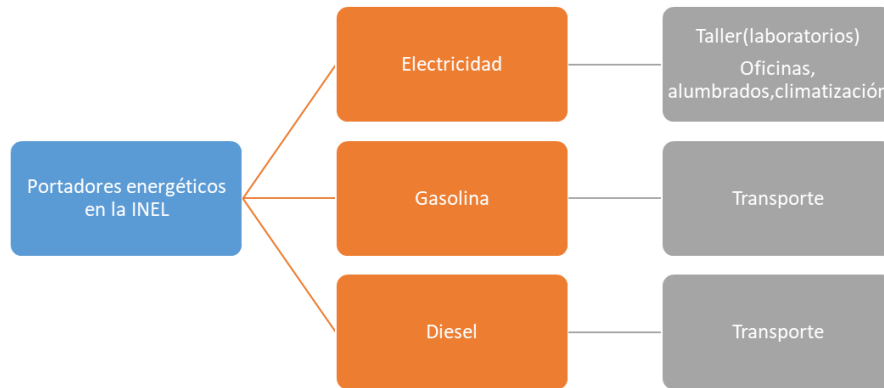


Figura 2.1 Portadores energéticos en la INEL

2.3.1 Análisis de los principales portadores energéticos de la entidad 2017-2019

El análisis de los portadores permite determinar cuál o cuáles de estos son los de mayor incidencia en el consumo dentro de la empresa, comúnmente se representan estos en un diagrama de Pareto con el fin de determinar el nivel de utilización.

La tabla 2.1 se presenta el consumo de estos portadores energéticos en el año 2017.

Tabla 2.1. Consumo de portadores energéticos.

Portadores	Tep	%	%acumulado
Electricidad	16,035	59,23313	59,2331277
Diesel	5,814	21,47686	80,7099877
Gasolina	5,222	19,29002	100
			27,071

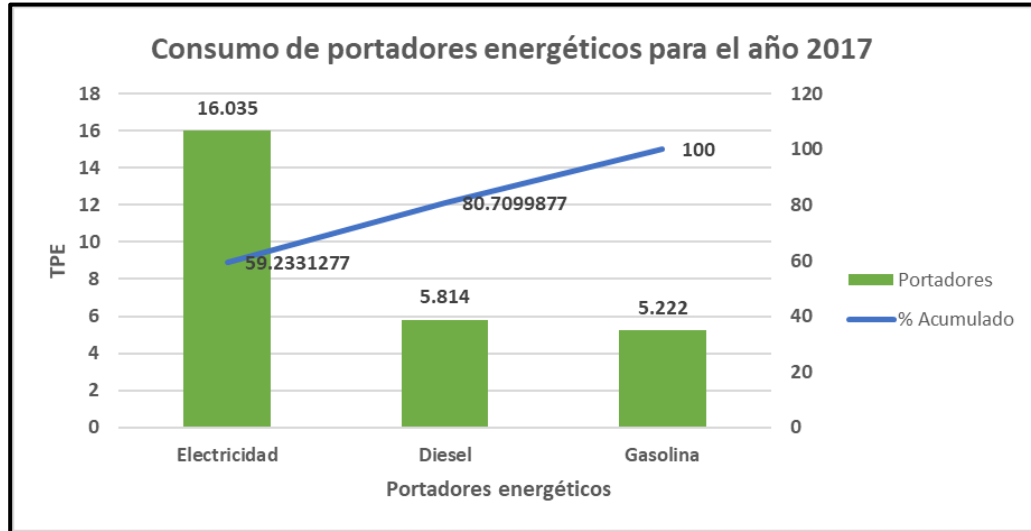


Figura 2.2 Consumo de portadores energéticos 2017

En el gráfico anterior (Pareto) se muestra el consumo total en Tep (Toneladas Equivalentes de Petróleo) de los portadores en la empresa en el año 2017. Como se puede observar la electricidad y el diésel representan más del 80% del consumo general de la empresa. A partir de esta representación se identificó el 20% de los portadores energéticos para la empresa que producen el 80% del consumo total equivalente. La electricidad representa el portador de mayor relevancia con el %59,233 del consumo total.

La tabla 2.2 presenta el consumo de estos portadores energéticos en el año 2018.

Tabla 2.2. Consumo de Portadores energéticos en el año 2018

Portadores	Tep	%	%acumulado
Electricidad	17,5	60,825	60,825
Gasolina	5,729	19,912	80,737
Diesel	5,542	19,262	100
			28,771

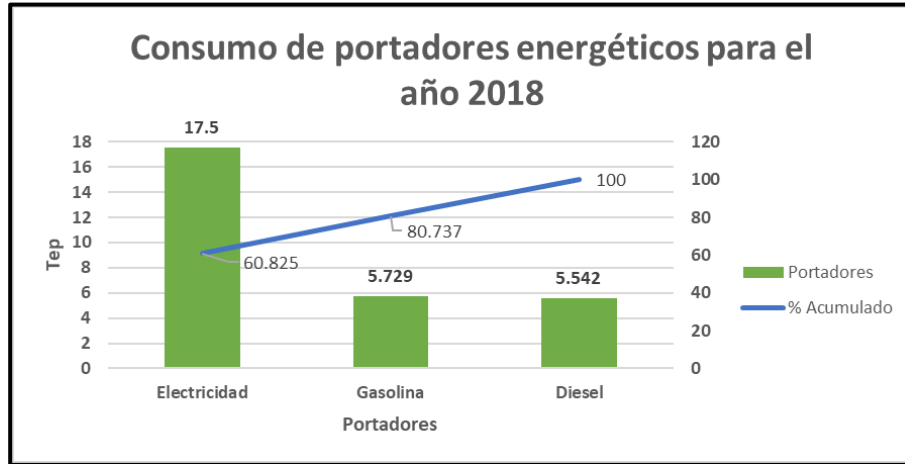


Figura 2.3 Consumo de portadores energéticos 2018

Como se puede observar la electricidad y la gasolina representan más del 80% del consumo general de la empresa. A partir de esta representación se identificó el 20% de los portadores energéticos para la empresa que producen el 80% del consumo total equivalente. La electricidad representa el portador de mayor relevancia con el % 60,825 del consumo total. La tabla 2.3 presenta el consumo de estos portadores energéticos en el año 2019.

Tabla 2.3. Consumo de Portadores energéticos en el año 2019

Portadores	Tep	%	%acumulado
Electricidad	16,53	63,778	63,778
Gasolina	4,84	18,674	82,452
Diesel	4,548	17,547	100
			25,918

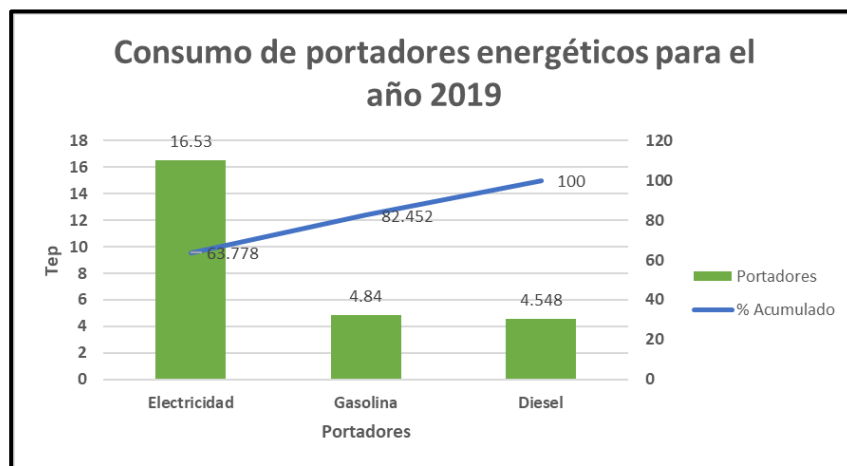


Figura 2.4 Consumo de portadores energéticos 2019

Como se puede observar la electricidad y la gasolina representan más del 80% del consumo general de la empresa. A partir de esta representación se identificó el 20% de los portadores energéticos para la empresa que producen el 80% del consumo total equivalente. La electricidad representa el portador de mayor relevancia con el % 63,778 del consumo total.

2.4 Análisis del consumo de energía eléctrica

Para el análisis del consumo de energía eléctrica se tuvieron en cuenta los datos disponibles de los años 2017 2018 y 2019. Se analizó la tarifa contratada y sus características fundamentales. La tarifa eléctrica contratada por la empresa es la **B-1**, esta tarifa se aplicará a todos los servicios de consumidores clasificados como Baja Tensión.

Para cada kWh consumido en cualquier momento del día, esta puede ser determinada como:

$(0.02931 \text{ \$/kWh} * K + 0.1131 \text{ \$/kWh}) * \text{Consumo del período en kWh}$ II.1

□ Se aplican además el factor de potencia y el factor K.

Donde:

Factor K: Se establece trimestralmente por el Ministerio de Finanzas y Precios. La UNE solo puede modificar este mensualmente en valores del 10 %.

En otras consideraciones de la tarifa se aplica el factor de combustible y el factor de potencia: de 0.90 hacia bajo se penaliza, de 0.90-0.92, ni se penaliza ni se bonifica y de 0.92 hacia arriba se bonifica, lo máximo es 0.96. (Ministro de Energía y Minas, 2011).

Análisis de los gráficos de control para el consumo y la producción de la INEL.

Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se usan como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones. (Gestión y Economía Energética, 2006).

En el gráfico de control realizado tanto el límite de control superior e inferior fue considerado dos veces la desviación estándar para hacer el control lo más restringido posible.

Estos gráficos permiten analizar los siguientes aspectos:

- Años de menor y mayor consumo de energía eléctrica.
- Meses de menor y mayor consumo de energía eléctrica.

- Períodos donde ocurren los mayores y menores picos de consumo de energía eléctrica. Observándose el comportamiento del consumo de energía eléctrica en el horario del día.
- Verificar si el consumo de energía eléctrica está bajo control.
- Establece un promedio de consumo de energía eléctrica anual.
- Establecer los límites de control superior e inferior del consumo de energía eléctrica.
- Posibilidad de recontractación de la demanda máxima y obtener ahorros en los costos por este concepto.

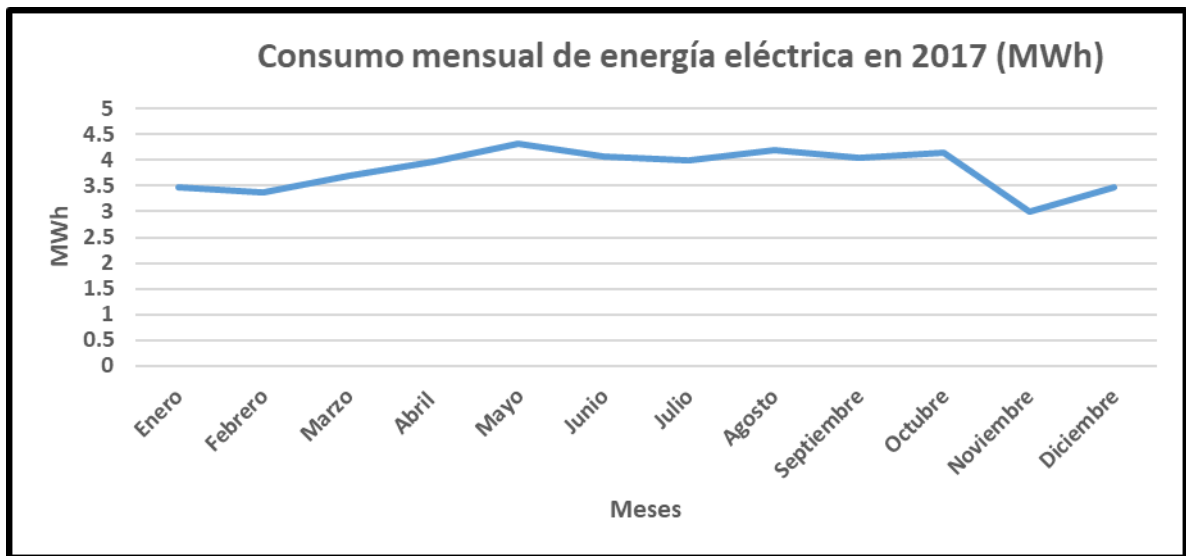


Figura. 2.5 Consumo mensual de energía eléctrica en el año 2017. Fuente: Elaboración Propia.

El gráfico Figura. 2.5 presenta el consumo mensual de energía eléctrica para el año 2017. Los mayores consumos evidentemente están en los meses de verano, fundamentalmente en el mes de mayo donde los equipos de climatización tienen un mayor uso en la jornada laboral. El mes de menor consumo fue el de noviembre, ya que debido al período invernal y a las temperaturas más frescas, se reduce el trabajo de estos equipos lográndose así una disminución en el consumo de energía eléctrica.

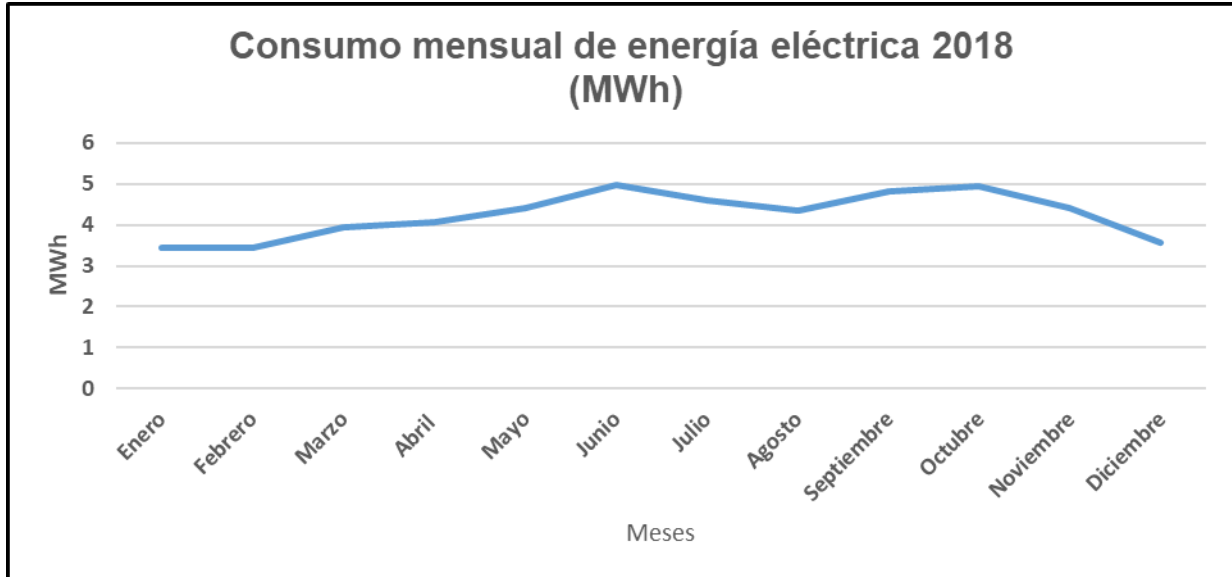


Figura. 2.6 Consumo mensual de energía eléctrica en el año 2018. Fuente: Elaboración Propia.

El gráfico Figura. 2.6 presenta el consumo mensual de energía eléctrica para el año 2018. Los mayores consumos evidentemente están en los meses de verano, primordialmente en el mes de junio donde los equipos de climatización tienen un mayor uso en la jornada laboral. Los meses de menor consumo fueron enero y diciembre.

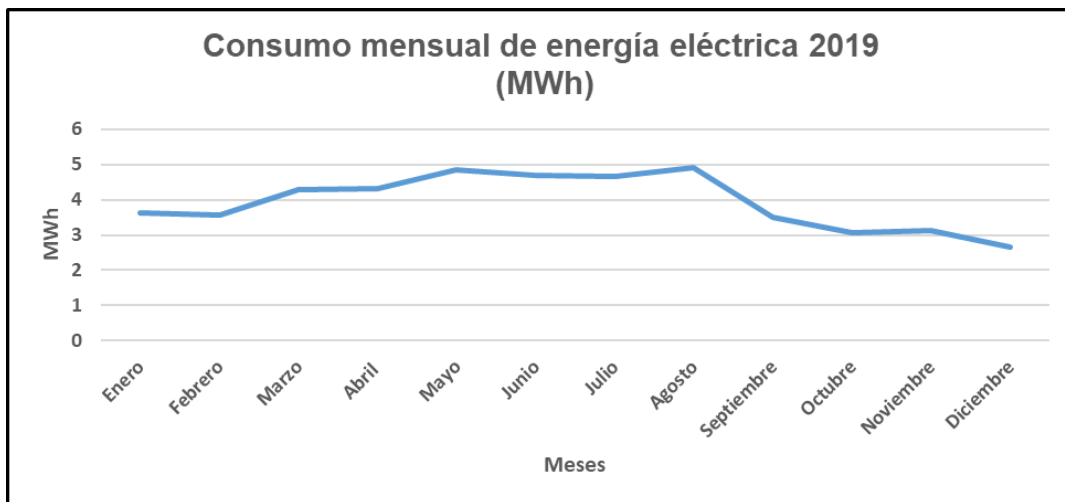


Figura. 2.7 Consumo mensual de energía eléctrica en el año 2019. Fuente: Elaboración Propia.

El gráfico Figura. 2.7 presenta el consumo mensual de energía eléctrica para el año 2019. Los mayores consumos evidentemente están en los meses de verano, principalmente en el

mes de agosto donde los equipos de climatización tienen un mayor uso en la jornada laboral. El mes de menor consumo fue el de diciembre por las condiciones expuestas en los gráficos 2.5 y 2.6.

En las figuras 2.5, 2.6 y 2.7 el consumo de energía eléctrica estuvo dentro de los límites de control superior e inferior para los tres años, a partir del mes de mayo hay un aumento de la línea de consumo sobrepasando el consumo promedio debido a las elevadas temperaturas exteriores y una disminución en los meses de noviembre a abril.

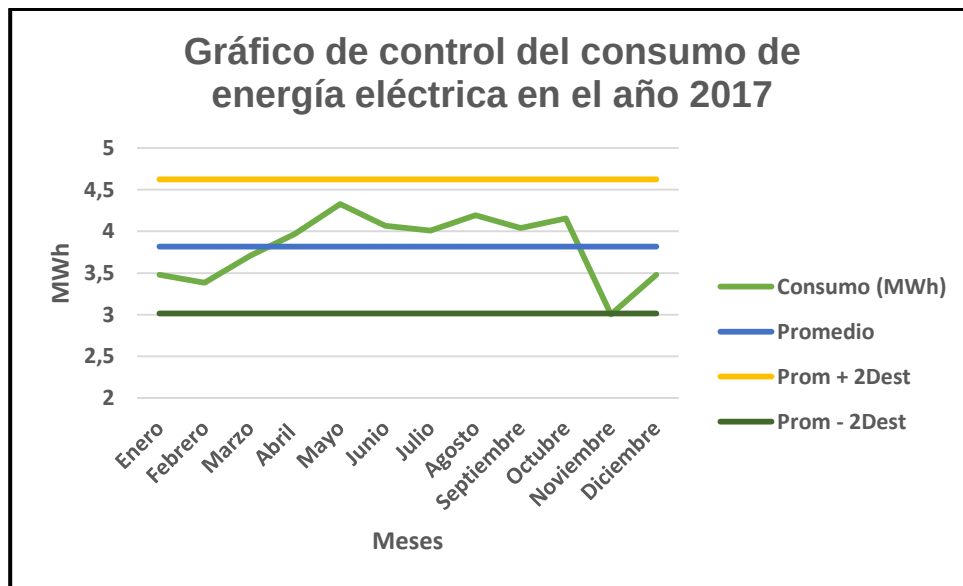


Figura 2.8 Control del consumo de energía eléctrica 2017

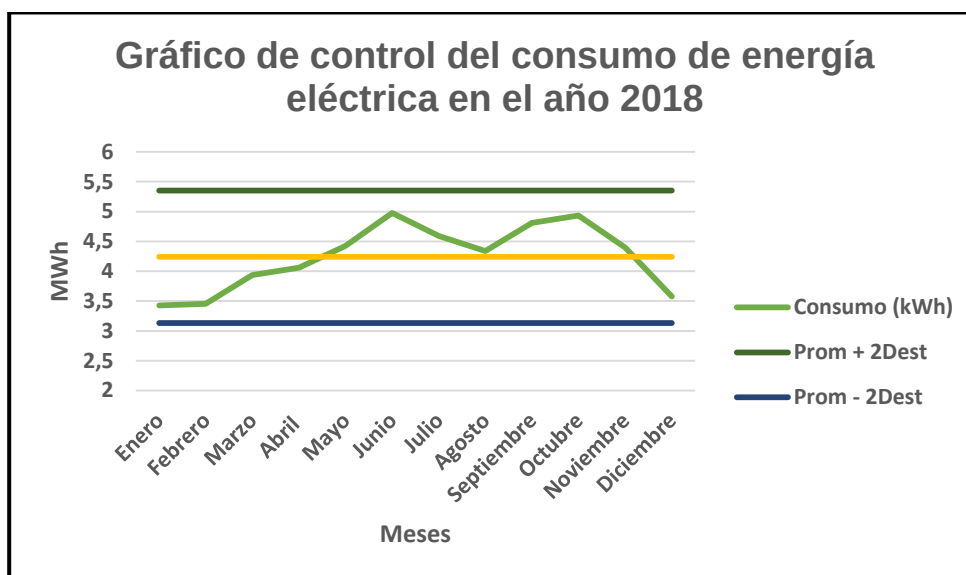


Figura 2.9 Control del consumo de energía eléctrica 2018

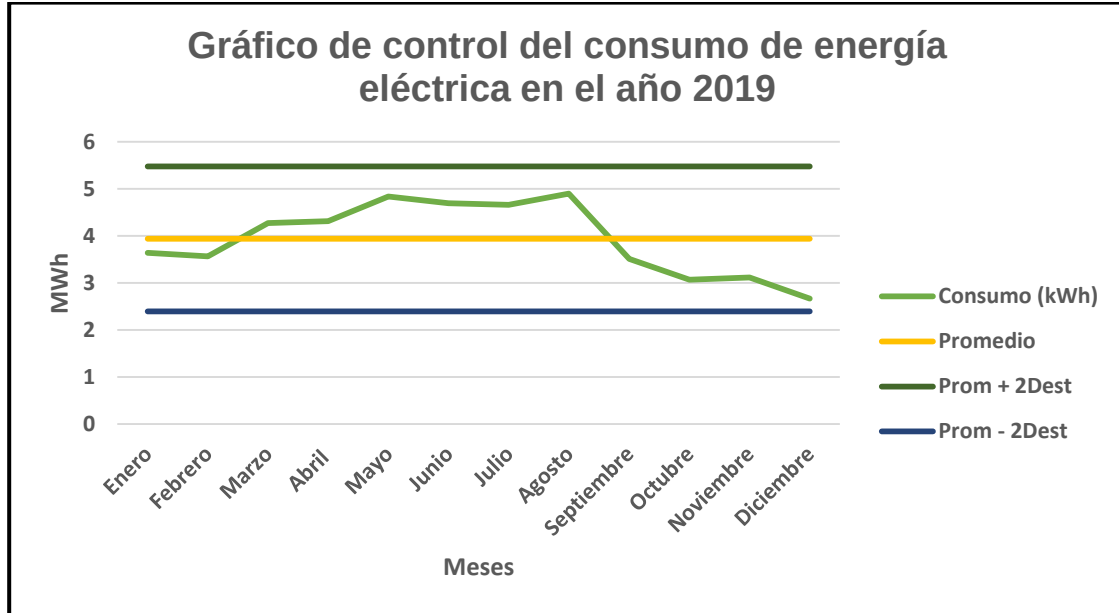


Figura 2.10 Control del consumo de energía eléctrica 2019

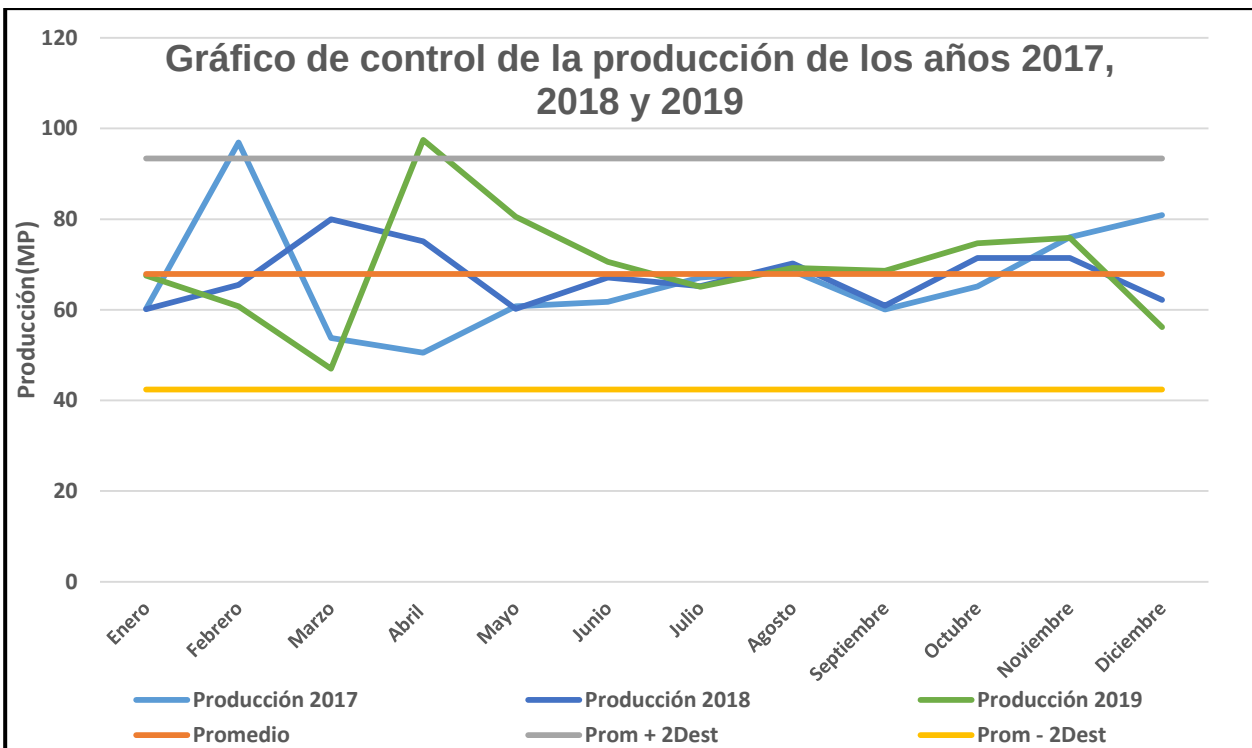


Figura 2.11 Gráfico de control de la producción de los años 2017, 2018 y 2019.

En el gráfico anterior se aprecia un incremento de la producción por encima de las líneas de control en los meses de febrero de 2017 y abril de 2019 con el valor de producción más bajo

en el mes de marzo de 2019. Los meses de junio a noviembre se mantuvieron estables los tres años.

Conclusiones Parciales del Capítulo 2

1. Se realizó la caracterización energética de la INEL que permitió determinar que los portadores energéticos de mayor gasto en la empresa son la electricidad, el diésel y la gasolina. De ellos la electricidad es el que más se consume.
2. Los gráficos de control permitieron conocer que los valores de consumo y producción se encuentran entre los valores permisibles.

Capítulo III



Capítulo 3. Desarrollo de los elementos básicos del sistema de gestión energética en la INEL, Cienfuegos

En este capítulo se desarrollan los elementos básicos del sistema de gestión energética en la INEL, Cienfuegos, sobre la base de la Norma NC 50001:2011. Se analizan los requisitos generales, el alcance y límite, la política energética. La revisión energética realizada permitió la propuesta de línea base para la empresa, así como el IDEn.

3.1. Línea Base Energética

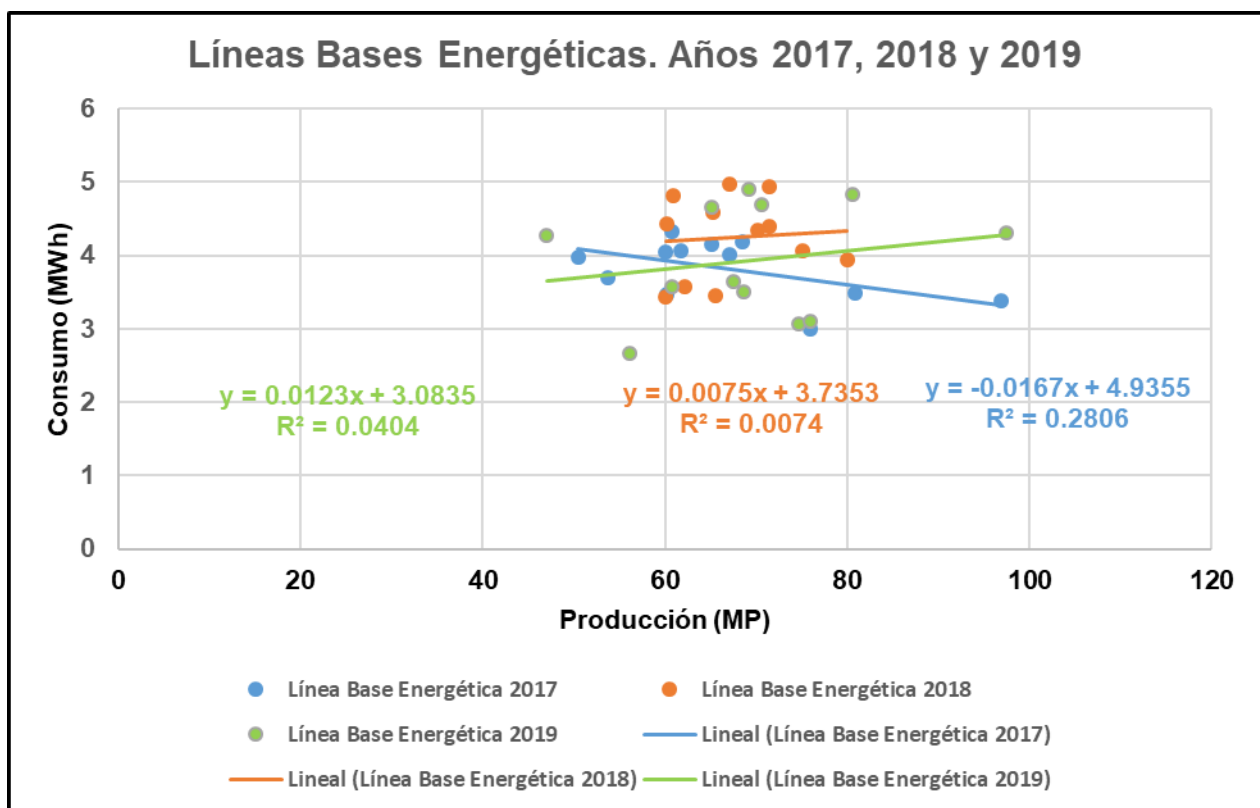


Figura 3.1 Línea base de consumo vs producción de los años 2017, 2018 y 2019.

En el gráfico anterior se muestran las líneas bases de los años 2017, 2018 y 2019. Dado los valores de R^2 de los tres años son menores de 0,70 se realizó un filtrado de datos en el mejor año (2019), el cual se muestra a continuación:

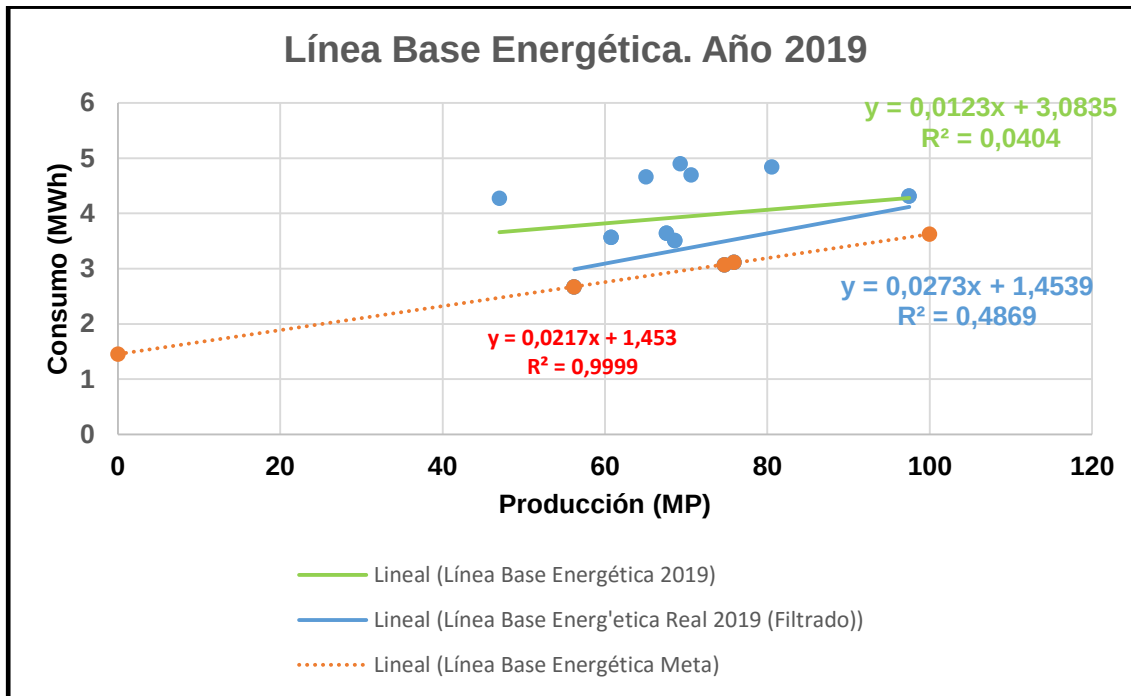


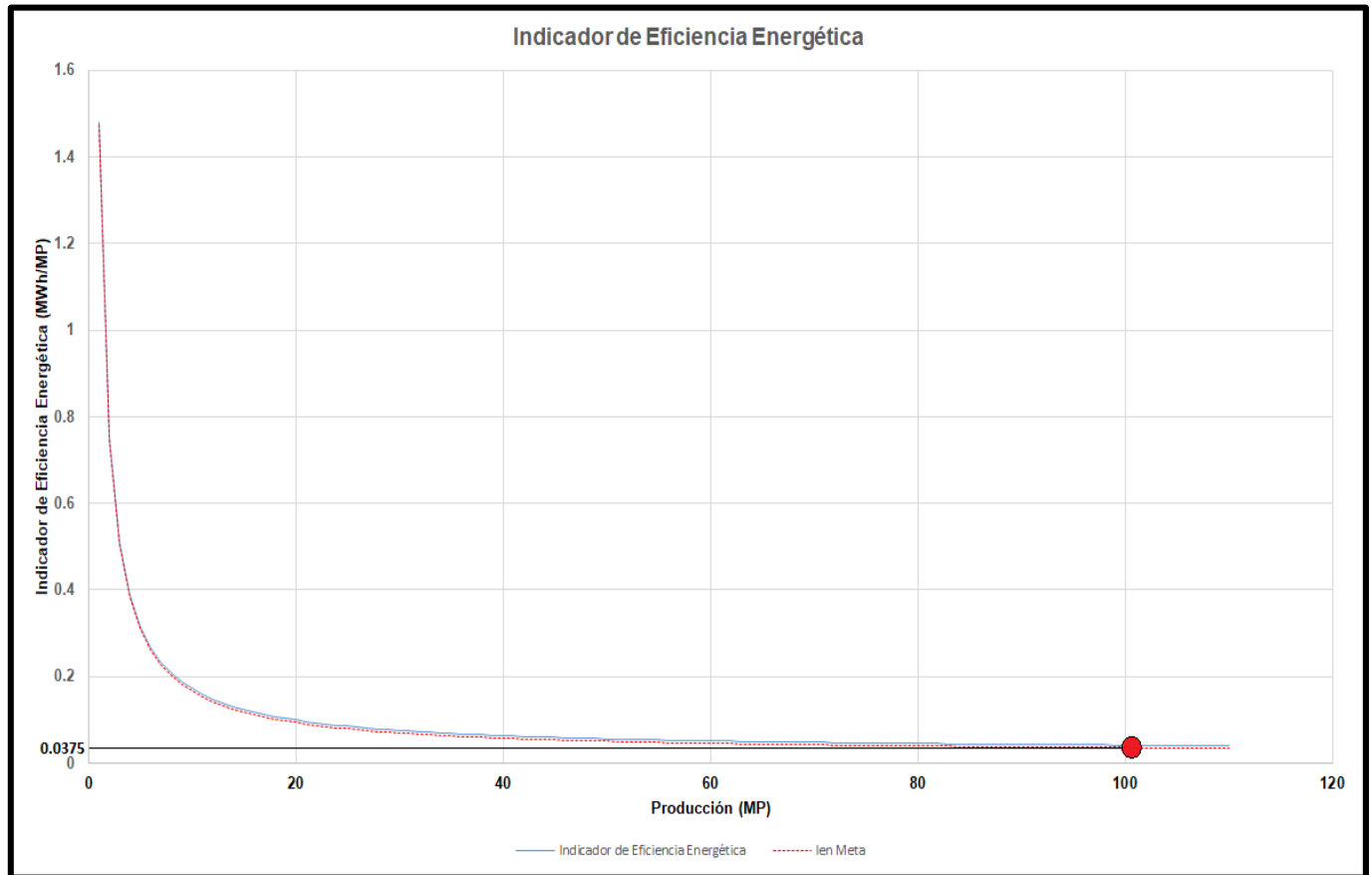
Figura 3.2. Línea base de consumo vs producción del año 2019.

Tras el filtrado de datos del año 2019 se logró la línea base real con un valor de $R^2 = 0,4869$ siendo este superior, pero todavía inferior a 0,70. Luego se observa la línea base meta con un valor de $R^2 = 0,9999$ alcanzando un valor positivo.

3.2. Indicador de Desempeño Energético

Habiendo obtenido la línea base de mejor arreglo se puede realizar un monitoreo y control de los valores de desempeño energético. Este IDEn se obtiene a partir de la ecuación obtenida $y = 0,0273 + 1,4539/\text{Producción}$ en el año 2019.

Luego se realizó el IDEn meta lográndose una mejora en el desempeño energético y obteniéndose la producción crítica de 0.0375 MWh por cada 1000 pesos.



3.3 Análisis de brechas para la verificación del cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 50001

Se realizó el análisis de brechas para la evaluación preliminar del trabajo de la empresa en gestión energética y el cumplimiento de la NC ISO 50001:

Tabla 3.1. Evaluación de los Requisitos de la Norma ISO 50001. Análisis de Brechas.

REQUISITOS DE LA NORMA	CALIFICACIÓN
3.1. REQUISITOS GENERALES	1,20
3.2. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN	2,00
Representante de la dirección	1,50
3.3. POLITICA ENERGÉTICA	1,85
3.4. PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA	1,75
Generalidades	1,70
Requisitos legales y otros requisitos	1,50
Revisión energética	2,00
Línea de base energética	1,00
Indicadores de desempeño energético (IDEn)	1,00
Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción.	1,50
3.5. IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN	1,40
General	1,00
Competencia, formación y toma de conciencia	1,00
Comunicación	1,00
Documentación	1,80
Control de documentos	1,20
Control operacional	1,20
Diseño	1,40
Compra de servicios de energía, productos, equipos y energía.	1,00
3.6. VERIFICACIÓN	1,45
Seguimiento, medición y análisis	1,50
Evaluación de requisitos legales y otros requisitos	1,10
Auditoría Interna del Sistema de Gestión de la Energía (SGEn).	1,90
No Conformidad, Corrección, Acción Correctiva y Acción Preventiva.	1,00
Control de Registros	1,30
Revisión de la dirección	1,00
Resultados de la revisión	1,30
CALIFICACIÓN PROMEDIO TOTAL DE LA EMPRESA	1,60

$$Calificación Promedio Total = \frac{\sum_{Requisito\ 3.1}^{Requisito\ 3.6} Valor}{6} \quad (1)$$

El por ciento de avance en la gestión energética de INEL se calcula como el número de requisitos evaluados con 3, entre el número de Requisitos Totales.

$$\% \text{ Avances} = \frac{\sum \text{Cantidad de Requisitos Evaluados con 3}}{\text{Cantida Total de Requisitos}} \quad (2)$$

$$\% \text{ Avances} = \frac{15}{114} \times 100 = 13,15\%$$

$$\text{Calificación Pr o medioTotal} = \frac{(1.20 + 2 + 1.85 + 1.75 + 1.4 + 1.45)}{6} = 1.60$$

	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 formalmente estructurados, y un plan de acción que se revisa regularmente por la alta dirección.	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. Alto nivel de competencia en el personal que decide en la eficiencia energética.	Estrategia en favor de las inversiones para ahorro de energía, con evaluación detallada en todas las nuevas inversiones y para el aprovechamiento de las oportunidades de mejora en las instalaciones existentes.
3	Se cuenta con una política energética, pero no con un sistema estructurado de gestión energética y no existe un compromiso activo de la alta dirección.	Se tiene un gerente 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 mayores usuarios.	Monitoreo y establecimiento de metas en equipos claves, pero no se cuantifican y reportan los ahorros de manera efectiva.	Programas de entrenamiento del personal que decide en la eficiencia energética y campañas regulares de divulgación.	Se utilizan los mismos criterios de rentabilidad que para todas las otras inversiones
2	La política energética no está formalizada y ha sido establecida por el gerente de energía o un gerente departamental.	Se tiene un gerente de energía, que reporta a un comité ad-hoc, pero la línea de mando y autoridad no están claramente establecidas.	Se realizan contactos con los mayores usuarios a través del comité ad-hoc, presidido por un gerente departamental.	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	Solo se cuenta con un conjunto de indicaciones generales no escritas sobre el uso de la energía.	La administración de la energía forma parte de la responsabilidad de alguien con limitado influencia o autoridad.	Contactos informales entre el gerente de energía y unos pocos usuarios.	Reporte de costos energéticos basado en la facturación. El gerente de energía elabora reportes para uso dentro del departamento técnico.	Contactos informales para promover la eficiencia energética.	Solo se implementan medidas de bajo costo.
0	No existe una política energética explícita	No se cuenta con un gerente de energía ni delegación de responsabilidad formal relativa al uso de la energía	No se realiza contacto con los usuarios	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.

3.4 Análisis de las oportunidades de ahorro energético

Las oportunidades de ahorro detectadas se presentan por portador energético. Las principales medidas a tomar se resumen en la tabla número 3.2

Tabla 3.2. Plan de medidas para materializar las oportunidades de ahorro.

Medidas	Portador	UM	Cant.	Valor [MP]
Mantener sin funcionar los equipos de climatización en los horarios picos entre las 7 am a 8 am; 11 am a 1 pm y 6 pm a 10 pm	Electricidad	MWh	7,2	1,5
Mantener la regulación en la temperatura eficiente de locales con aire acondicionado al valor de 24 grados Celsius y mantener apagados cuando nos encontremos fuera de los mismos.	Electricidad	MWh	1,000	0,290
Apagar el alumbrado de los locales cuando no haya personal dentro.	Electricidad	MWh	0,500	0,290

Garantizar que se cumplan las regulaciones en el uso de los equipos de informática (mantener activado el modo de espera, habilitar el modo de hibernación)	Electricidad	MWh	0,700	0,045
No realizar actividad laboral después de las 5:00 pm, salvo situaciones debidamente autorizadas, que comprometan el plan de Energía Eléctrica asignado.	Electricidad	MWh	0,295	0,052
Garantizar la limpieza sistemática de los filtros en los equipos de clima (entrada y salida de aire), por parte de los usuarios.	Electricidad	MWh	0,500	0,032
Limpiar periódicamente las luminarias, de modo que garanticen el adecuado nivel de iluminación.	Electricidad	MWh	0,150	0,007
Control por cada una de las áreas sobre las Microcomputadoras que en ocasiones permanecen encendidas innecesariamente y aplicar sistemáticamente el modo de ahorro en cada una de las mismas.	Electricidad	MWh	1,000	0,323
Control por cada una de las áreas sobre las luces que permanecen innecesariamente encendidas.	Electricidad	MWh	1,000	0,323
Realizar los mantenimientos previstos según el kilometraje recorrido	Diesel y Gasolina	Lts	0,200	0,166
Tener actualizado el índice de consumo de combustible de todos los vehículos a través de la prueba del litro.	Diesel y Gasolina	Lts	0,300	0,450

En la UEB laboratorio de combustión:

Energía eléctrica:

- Utilizar la iluminación exterior imprescindible para asegurar la seguridad de la instalación.
- Desplazamiento del uso de las cargas eléctricas de los horarios picos establecidos.
- No utilizar las máquinas herramientas después de las 5:00 pm salvo situaciones específicas.

- Regular los equipos de climatización a 24⁰ Celsius, apagar antes de ir almorzar u cuando el tiempo de estancia fuera del local sea prolongado y apagar a partir de las 05:00 pm.
- Realizar el análisis de la auto lectura, así como de los índices de consumo y enviar la información a los Órganos Rectores con la frecuencia establecida.

Combustible:

- Maximizar el uso del correo electrónico y las comunicaciones en general, evitando el uso del transporte.
- Chequear mensualmente el kilometraje real de los vehículos con el análisis de la utilización del combustible acorde al índice de consumo normado.
- Entregar el combustible según la distancia a recorrer y el plan previsto en la planificación mensual.

Conclusiones Parciales del Capítulo 3

1. Se obtuvieron las Líneas Bases Energéticas Real y Meta de la Empresa.
2. Se obtuvo un indicador de Eficiencia Energética.
3. Se evaluó el cumplimiento de los requisitos de la norma mediante el análisis de brechas y la elaboración de la matriz energética, permitiendo determinar la no integralidad en la gestión energética de la empresa.
4. Se logró establecer un plan de medidas para lograr alcanzar la línea base meta.

Conclusiones



CONCLUSIONES

1. Se realizó la caracterización energética de la empresa identificándose a la electricidad como el portador energético que más se consume.
2. Se aplicaron las herramientas básicas para la implementación de un sistema de gestión energética en la empresa objeto de estudio según la Norma ISO 50001:2011, que permitieron proponer la Línea Base Energética Meta para la Empresa y el Indicador de Eficiencia Energética (0.0375mw/h cada 1000 pesos).
3. Se identificaron oportunidades de ahorro para el logro de una mejora en la eficiencia energética durante la prestación de los servicios de la empresa.

Recomendaciones



RECOMENDACIONES

1. Revisar sistemáticamente la implementación del Sistema de Gestión Energética de la empresa para comprobar el progreso en el desempeño energético, identificando problemas presentados y causas, así como beneficios y avances, y con ello mantener actualizado el plan de mejora del proceso.
2. Continuar con la aplicación de las etapas de la Norma ISO 50001 hasta consolidar el Sistema de Gestión de Energía que coadyuve al incremento continuo de la Eficiencia Energética.

Bibliografía



BIBLIOGRAFÍA

Agencia Chilena de Eficiencia Energética (ACHEE). (2013) *Guía para la calificación de consultores en eficiencia energética*. Programa de Estudios e Investigaciones en Energía.

Altamonte, H. (2003) *Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe*. Restricciones y perspectivas.

Armas Teyra, M. A. (2013). *Uso eficiente de las fuentes renovables de energías*. Obtenido de <http://www.cubasolar.cu>

Bayard, D. (12 de octubre de 2018). *INEL Colectivo vanguardia Nacional por cuarta ocasión*. Obtenido de <http://www.tvsantiago.icrt.cu>

Borroto Nordelo, A. (1997). *Los Sistemas Energéticos y sus Costos Ambientales*. CEMA, Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos

Borroto Nordelo, A. et al. (2002) *Gestión Energética Empresarial*. Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos.

Borroto Nordelo, A. et al. (2006) *Gestión y Economía Energética*. Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos: CEEMA

Borroto Nordelo A. et al. (2007). *Eficiencia Energética en Sistemas Termo mecánicos*. Universo Sur, Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos

Borroto Nordelo A. (2013) *Recomendaciones metodológicas para la implementación de sistemas de Gestión de la Energía según la Norma ISO 50001*. Universo Sur. Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos.

Campos Avella, J. C. (2008). *Sistema de Gestion Integral de la Energia*. Bogota, Colombia: Digitos & Diseños.

Carrillo, J.L. (2020). *Beneficios de la implementación de un sistema de Gestión Energética*.

- Cruz, A. M. (2015). *Panorama energético global: Recursos y reservas, tendencias, tecnologías emergentes y áreas de investigación*. (Tesis de Maestría en Ingeniería) Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos.
- De Laire, M. (2017). *Beneficios de los sistemas de energía basados en ISO 50001*. Chile: ACHEE.
- Díaz López, H. (2019). *Diagnóstico Energético a la U.E.B Combinado de Áridos de Arriete*. (Trabajo de Diploma). Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos.
- Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: Avances y oportunidades*. (2017). Recuperado de www.iadb.org/se4a/americas
- Guada, C. J. (2017). *Cierre del plan mensual*. INEL, Cienfuegos.
- Guada, I. V. (2020). *Programa de ahorro de portadores energéticos 2020*. INEL, Cienfuegos.
- ISO 50001 (2018). *Gestión de la energía*. Recuperado de <http://www.intedya.com>
- Lápido Rodríguez, M. (2015). *La red de Eficiencia Energética en acciones nacionales para la implementación de la Norma ISO 50001*. La Habana, Cuba.
- Lapillone, B. (2016). *Monitoreando la eficiencia energética en América Latina*.
- Leopoldo Nahuel. (2013). *Métodos y Tecnología Informática aplicada al desarrollo de Sistema de Gestión Energética*. La Plata, Argentina.: Parana-Entre Rios.
- Llama, P. L. (2009). *eficiencia energetica y medio ambiente*. España.
- Medina, A. D. (2018). *Plan de medidas de ahorro de portadores energeticos*. Cienfuegos, Cuba: Oleohidráulica de Cienfuegos.
- Méndez Curbelo, R. J. (2018) *Implementación de Sistema de Gestión de Energía en ECOI-6*. (Trabajo de Diploma) Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos.

- Monteagudo Llanes, O. G. (2005). *Herramientas para la gestión energética empresarial*. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Norma Española 216301. (2007) *Sistemas de Gestión Energética. Requisitos*. Asociación Española de Normalización y Certificación, España
- Oficina del Ministerio de Energía y Minas. (2018). *Situación actual y futura del Sistema Eléctrico Cubano. Informativo presentado en PABEXPO: Feria Internacional de Energías Renovables*. La Habana, Cuba
- Oficina Nacional de Normalización 50001. (2011). *Sistema de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso*. (25 de mayo de 20159). Recuperado de <http://www.nc.cubauindustria.cu>
- Ovidio Alberto, A. V. (2006). *Cuba ante el problema global de la energía*. La Habana, Cuba.
- Padilla Valdivia, C. A. (2016). *Planificación energética a la NC ISO- 50001 en la Empresa Copextel*. (Trabajo de Diploma). Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos.
- Pérez Campo, A. (2012). *Herramientas soporte para la planificación energética en sistemas de gestión de la energía según la Norma ISO 50001:2011*.
- Petroni, O. D. (2012). *La norma internacional ISO 50001*. Buenos Aires, Argentina: Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
- ¿Qué beneficios aporta la nueva versión de la norma ISO 50001? (28 de enero de 2019). Recuperado de <http://www.nueva-iso-14001.com>
- Rosendo, J. (2012). *Implementacion de sistema de gestión integral de la energía en Colombia*. Bogotá, Colombia: JAIP.
- SOCOMEK Innovative Power Solutions. (2018). Obtenido de SOCOMEK Innovative Power Solutions Recuperado de <http://www.socomed.com>

- Suárez Reyes, j. L. (2019). *Estudio preliminar para la implementación de un Sistema de Gestión Energética según la norma NC ISO 50001 hasta la etapa de planificación energética en la Papelera Damují.* (Trabajo de Diploma). Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos.
- Tchilemo Chitaco C. M. (2019). *Implementación de un Sistema de Gestión de Energía en la Arenera de Arimao, UEB Materiales de la Construcción.* (Trabajo de Diploma). Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos.
- Valle Hernández, A. (2019). *Bases para la implementación de un sistema de gestión de la energía en la UEB Helados de la Empresa de Productos Lácteos Escambray basados en la herramienta de la NC ISO- 50001:2011* (Trabajo de Diploma). Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos.
- Valle Placencia, A. (2019). *Bases para la implementación de un sistema de Gestión de la Energía en la UEB Helados de la Empresa de Productos Lácteos Escambray basados en las herramientas de la NC ISO- 50001:2011.* (Trabajo de Diploma). Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos
- Viego Felipe P. et al. (2007). *Eficiencia energética en sistemas de suministro eléctrico.* Universo Sur, Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos. ISBN 978-959-257-132-7
- Yanes, A. B. (s.f.). *Gestión y economía energética.* Universo Sur, Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos.