

UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS.

SEDE “Carlos Rafael Rodríguez”.

Facultad de Ingeniería.



Título: Caracterización energética de la empresa CENEX con vistas a la implementación de un sistema de gestión energética.

Autor: Rubén R. Quintana Consuegra

Tutor: Dr. Mario Álvarez Guerra Plasencia.

Curso

2016-2017

PENSAMIENTO

Habrà un antes y un después de la Revolución Energética, de la cual podrán derivarse lecciones útiles para nuestro pueblo y el mundo".

Fidel Castro Ruz

DEDICATORIA

A las personas que me trajeron al mundo, que siempre están ahí cuando las necesito y me dan su apoyo incondicional y que me han ayudado a superar cada fase por la que atravesado en mi vida guiándome por el buen camino y que han luchado mucho para que yo estuviera aquí hoy. A ellos un besote y los quiero muchísimo.

A todos los miembros de mi familia que siempre está apoyándome a su forma y que siempre están presentes en mi vida.

A todas las personas que me han brindado su amistad y su ayuda en los malos y buenos momentos.

A mi tutor que siempre me apoyó en todas las dudas que tuve cuando estuve haciendo este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres que me insistieron para que me hiciera universitario.

A toda mi familia que siempre está presente de una u otra forma.

A mi tutor Dr. Mario Álvarez Guerra Plasencia por toda la ayuda incondicional que me brindó para el desarrollo de este trabajo.

A todos los profesores que durante estos 5 años me han enseñado a ser un buen ingeniero.

A mis compañeros de aula que han estado ahí durante los 5 años y seguirán estando después de graduados como amigos de toda la vida.

A todas estas personas Muchas Gracias.

Resumen

La situación energética en las últimas décadas ha exigido la adopción de nuevas estrategias en materia de gestión como base de un modelo de desarrollo sostenible, que permita satisfacer las necesidades energéticas de la generación actual y preservar las de las futuras generaciones. A partir del 2005, países líderes en la gestión de la energía contribuyeron a que en el año 2011 se aprobara por la Organización Internacional de Normalización (ISO) la norma ISO 50001:2011, adoptada por Cuba bajo la denominación NC ISO 50001:2011 "Sistemas de gestión de la energía - requisitos con orientación para su uso".

El presente trabajo aborda la caracterización energética de la empresa CENEX con vistas a la futura implementación de un sistema de gestión energética basado en la NC ISO 50001:2011, utilizando herramientas y procedimientos que contribuyen fundamentalmente al cumplimiento de requisitos establecidos en la etapa de Planificación.

Palabras Claves:

- ✓ Gestión
- ✓ Energía
- ✓ Requisitos

Abstract

The energetic situation on last decades has demanded the adoption of new strategies on the subject of energy management like a base of a model of sustainable development, that permit satisfying the energetic needs of the present-day generation and preserving the future generations. In the 2005, the leader's countries in energy management contributed to approve in the year 2011 by the International Standardization Normalization (ISO) the standard ISO 50001:2011. This standard was embraced by Cuba as NC ISO 50001:2011 Systems for energy management - requirements with orientation for its use.

The present work goes into the subject matter of efficient use of electric power at the company CENEX with futures views to the implementation of a system of energy management based in the NC ISO 50001:2011, using tools and procedures for the compliment of the requirement establish in the Planning stage

Key Words:

- ✓ Management.
- ✓ Energy.
- ✓ Requirements.

Índice

Introducción	1
Capítulo I: Marco Teórico	4
1.1 Eficiencia Energética.	5
1.2 Gestión energética.	8
1.2.1 Fundamentos de la Gestión Energética.	9
1.3 Desarrollo de la Norma Internacional ISO 50001.....	10
1.4 Sistema de Gestión de la Energía (SGE).	12
1.4.1 Objetivos de los SGE.....	13
1.4.2 Requisitos generales de los SGE.....	14
1.4.3 Planificación energética.	14
1.4.5 Revisión energética.	15
1.5 Consumo energético en edificios de oficinas.....	16
1.6 Indicadores de desempeño energético.....	19
1.7 Medidas de ahorro energético en la empresa.....	23
Conclusiones parciales.	26
Capítulo 2: Caracterización Energética de la empresa CENEX.	27
2.1 Caracterización de la empresa.	27
2.2 Servicios que brinda la entidad.	28
2.2.1 Servicios de control por ensayos no destructivos.....	28
2.2.2 Servicios METASOL.....	29
2.3 Premios y Reconocimientos por sistemas implementados y por buen desarrollo de la protección del medio ambiente.....	30
2.4 Caracterización energética de la empresa.	31
2.5 Información general de la tarifa eléctrica.....	32
2.5.1 Gráficos anuales del consumo de energía eléctrica.....	34
2.5.2 Gráficos de Control.....	35
2.5.3 Gráficos anuales de consumo de energía eléctrica e ingresos.	37
2.5.4 Gráficos de correlación del consumo de energía vs ingresos.	38

2.6 Censo de Carga.....	42
2.7 Propuesta de Indicador de desempeño energético.....	50
2.8 Línea base energética y meta.....	55
Conclusiones parciales	58
Capítulo 3: Oportunidades de mejora.....	59
3.1 Estudio para la adecuación de la capacidad de los equipos de climatización a las necesidades reales.	59
3.1.1 Determinación de las Cargas Térmicas.	60
3.2. Introducción de lámparas tipo LED en el sistema de iluminación.	70
Conclusiones parciales.	72
Conclusiones Generales.	73
Recomendaciones	75
Referencias Bibliográficas	76
Anexos.....	80

Introducción

Desde hace décadas los Sistemas de Gestión de la Energía (SGE) se presentan como una herramienta para optimizar el uso y consumo de energía por parte de cualquier organización, no importa el sector de actividad y tamaño de que se trate.

Hoy en el mundo la Norma ISO 50001, como elemento avanzado en estos Sistema de Gestión Energética, ha marcado los pasos a seguir para el mejoramiento del desempeño energético de las organizaciones. Los beneficios son muchos y los motivos que mueven actualmente a las organizaciones a poner en marcha un SGE pueden agruparse en tres direcciones principales:

Ahorrar: el ahorro energético se presenta como una materia fundamental en cuanto a competitividad.

Sistematizar: las organizaciones precisan de una herramienta que les permita sistematizar el modo de identificar y poner en marcha medidas de ahorro.

Demostrar: las normas de sistemas de gestión y su posible certificación facilitan a las organizaciones demostrar su compromiso con políticas de gestión de la energía que vienen a apoyar políticas más amplias de gestión ambiental, lucha contra el cambio climático o responsabilidad corporativa.

La aplicación de la ISO 50001, ofrece a una organización un enfoque sistémico para controlar y reducir el consumo de energía, estableciendo para ello una serie de requisitos fundamentales recogidos en la misma.

La Empresa de Servicios Técnicos de Defectoscopía y Soldadura, CENEX, tiene como principal función: Brindar Servicios Técnicos de Inspección, ensayos y análisis de integridad a componentes estructurales, recipientes, tuberías y uniones soldadas, así como prestar servicios de entrenamiento y homologación a soldadores.

Desde hace algunos años la empresa viene guiando su desarrollo por el camino de la eficiencia y el cuidado del medio ambiente lo que la ha llevado a ser una de las empresas mejor orientada en estos temas en la provincia de Cienfuegos.

El consumo de la energía eléctrica es el principal renglón en el que la empresa hace sus mayores esfuerzos para economizar ya que esta es la principal fuente de gastos de la misma. Ellos han ido tomando medidas para aumentar el ahorro y la eficiencia en el uso de ese portador energético, pero no cuentan con un sistema integrado de gestión energética (SGE) para organizar estas medidas.

Problema:

- ✓ La entidad no cuenta con un sistema de gestión energética para controlar y reducir el consumo de la energía eléctrica.

Hipótesis:

- ✓ Con la implementación de un sistema de gestión de la energía eléctrica se podrá controlar y disminuir el consumo de la misma en la empresa, lo que traerá consigo un aumento de la eficiencia y una mejora de los resultados empresariales.

Objetivo General:

- ✓ Realizar una caracterización energética de la empresa CENEX utilizando herramientas y procedimientos que contribuyan al cumplimiento de requisitos establecidos en la etapa de Planificación de la NC ISO 50001:2011 para la futura implementación de un SGE.

Objetivos Específicos:

- ✓ Analizar bibliografía sobre la gestión energética en el mundo y en Cuba.
- ✓ Realizar la caracterización general energética de la empresa, definiendo requisitos como: usos significativos de la energía, indicadores de desempeño energético, líneas base y meta energéticas.
- ✓ Proponer y evaluar medidas de mejora del desempeño energético.

Capítulo I: Marco Teórico.

En la sociedad actual la disponibilidad de energía ha marcado el nivel de vida, bienestar y salud de ciudadanos, resultando indispensable para cada una de las actividades diarias que realiza el hombre. La evolución desde el uso de la fuerza muscular y el fuego para satisfacer sus necesidades hasta la explotación industrial de fuentes no renovables como el petróleo y el gas natural para la producción de vapor y electricidad, han marcado las diferentes etapas de la evolución del hombre.

Al analizar de esta manera la historia de la humanidad no ha sido más que el dominio de esta sobre las distintas formas de generación y uso de la energía, hasta llegar al momento actual en el que el desarrollo económico, industrial y social ha generado un incremento en el consumo de combustibles fósiles, que no son renovables y si contaminantes en alto grado, lo que ha provocado el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, y consigo el cambio climático global.

Las empresas actuales deben reducir el deterioro provocado por el hombre al medio ambiente, conscientes de todas sus fortalezas y debilidades. Por otra parte, el incremento continuo del precio de los combustibles y de la electricidad, ha provocado que los costos energéticos tengan cada vez un mayor peso dentro de los costos totales de operación de las empresas.

La experiencia demuestra que para lograr en una empresa una mejora continua de la eficiencia energética, que contribuya a la reducción de los consumos, costos energéticos y del impacto ambiental asociado al uso de la energía se requiere contar con un sistema coherente e integral de gestión energética.

1.1 Eficiencia Energética.

Eficiencia Energética implica lograr un nivel de producción o servicios, con los requisitos establecidos por el cliente, con el menor consumo y gasto energético posible, y la menor contaminación ambiental por este concepto.

La eficiencia energética no es solo cuestión de poseer las últimas tecnologías, sino de saber emplear y administrar los recursos energéticos disponibles de un modo hábil y eficaz, lo que requiere desarrollar procesos de gestión de la energía.

El uso eficiente de la energía surge como requisito ineludible para todos los actores del mercado energético, productores, consumidores, reguladores, y es una solución concreta que contribuye a una mayor equidad intergeneracional. Contribuye a mejorar la competitividad de la economía, a disminuir los impactos ambientales derivados de una menor producción y consumo de energía, y a reducir a lo estrictamente necesario la expansión que naturalmente requiere el sistema eléctrico nacional.

En el sector industrial la eficiencia energética tiene por objeto reducir los costos de producción, contribuir al cumplimiento de las exigencias ambientales, disminuir la dependencia energética y mejorar la competitividad global, incorporando una gestión eficiente de la energía.

Un uso eficiente de la energía requiere disminuir sustancialmente la dependencia de los combustibles fósiles. Es una tarea prioritaria, porque la amenaza del cambio climático global y otros problemas ambientales son serios, además porque a mediano plazo nuestra forma de vida no puede seguir basada en una fuente de energía no renovable que diariamente se agota (Altuna, 2016).

El ahorro de energía, su consumo responsable y el uso eficiente de las fuentes energéticas son esenciales a todos los niveles. La importancia de las medidas de ahorro y eficiencia energética se manifiesta en la necesidad de reducir la factura

energética, restringir la dependencia energética del exterior, y reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEIs) y la compra de derechos de emisión con objeto de cumplir los compromisos adquiridos con la ratificación del Protocolo de Kioto.

Según Optima Grid, 2012, podemos reducir nuestro consumo de energía utilizándola de forma más eficiente, invirtiendo en equipamiento energéticamente eficiente y en medidas de ahorro energético, así como adoptando un estilo de vida más sostenible con respecto al uso de la energía, es decir, cambiando nuestro comportamiento.

El camino hacia la eficiencia energética en las empresas tiene que recorrerse adoptando estrategias encaminadas hacia:

- ✓ Reducción de la demanda energética.

La gestión de la demanda de energía se revela cada vez más como un elemento fundamental de la política energética. La reducción de la demanda permite avanzar, de la forma más económica posible, hacia los objetivos de reducción del coste de aprovisionamiento de energía, de minimización del impacto ambiental, y de incremento de la seguridad energética. Por ejemplo, la Unión Europea pretende que la eficiencia energética juegue un papel fundamental en el escenario energético europeo, lo que relaciona explícitamente con sus objetivos en materia de cambio climático.

- ✓ Diversidad energética.

Tener diferentes fuentes de generación de energía permite contar con un sistema energético sólido y confiable. Hoy en día, los avances tecnológicos permiten contar no sólo con sistemas tradicionales como las plataformas de generación térmica o nucleares, sino también con tecnologías capaces de originar energía a partir de fuentes renovables.

- ✓ Máximo aprovechamiento del uso de energías renovables.

Las energías renovables son recursos limpios y casi inagotables que nos proporciona la naturaleza. Además, por su carácter autóctono contribuyen a disminuir la dependencia de los suministros externos, aminoran el riesgo de un abastecimiento poco diversificado y favorecen el desarrollo tecnológico y la creación de empleo.

- ✓ Innovación tecnológica.

La innovación tecnológica está íntimamente relacionada con la eficiencia energética y la búsqueda de mejoras en los procesos industriales que requieran menos energía para generar bienes y servicios.

- ✓ Autoconsumo a través de microrredes.

Cuando hablamos de autoconsumo de energía, se considerará el autoconsumo total (la energía producida se consume íntegramente en la red interior a la que se conecta la instalación) y el autoconsumo parcial (parte de la energía generada no se consume en la red interior y se vuelca a la red de distribución). Las micro redes ofrecen la oportunidad de gestionar y distribuir la energía, mejorando la escalabilidad de la demanda, la confiabilidad de la red, las nuevas aplicaciones y la capacidad para que el consumidor pueda gestionar mejor los costes, al tiempo que le permite operar en un mercado energético en tiempo real.

- ✓ Modificación de los hábitos de consumo.

El comportamiento energético o bien es consecuencia de la adquisición de un equipo o bien es un hábito de conducta. El primer caso generalmente implica la adquisición de nueva tecnología, tal vez la compra de un nuevo electrodoméstico, mientras que los hábitos son consecuencia de una conducta rutinaria; por ejemplo, apagar siempre las luces al salir de una habitación. Una de las claves de la

eficiencia energética es administrar los recursos energéticos de un modo hábil y eficaz, que incluya cambios de comportamiento en el uso de la energía.



Figura 1.1 Factores de la Eficiencia Energética. Fuente, (Optima Grid,2012).

1.2 Gestión energética.

Es un estudio integral que analiza situaciones energéticas en industrias, edificios, transportes, etc. y compara cambios, acciones y modificaciones con el objeto de obtener un conjunto armónico y óptimo de soluciones que nos lleven a un gasto energético menor con una mejora de los servicios prestados, una mayor duración de los equipos y la máxima atención al impacto ambiental que se produce. Debe contribuir y ayudar a establecer unos objetivos a corto, medio y largo plazo para conseguir la optimización de los recursos energéticos y de sus técnicas.

Una Gestión Energética se puede realizar en los siguientes casos:

- ✓ En el proyecto de un edificio.
- ✓ En la ejecución material de la obra.

- ✓ En edificios que estén en servicio.
- ✓ En instalaciones industriales de todo tipo.
- ✓ En el análisis de la problemática energética del transporte.

1.2.1 Fundamentos de la Gestión Energética.

Las tecnologías para mejorar la eficiencia energética han experimentado un alto crecimiento durante los más de 30 años transcurridos desde la primera crisis del petróleo en 1973. Las innovaciones en equipos y sistemas de iluminación, en motores, en equipos de refrigeración, en controles automáticos, etc., ofrecen enormes oportunidades para ahorrar la energía.

Según Fernández, 2011, el comportamiento de la eficiencia de los sectores industrial y comercial en los países de América Latina y el Caribe ha sido errático, no reflejando el mejoramiento que se pudiera esperar a partir de la existencia de tecnologías avanzadas mucho menos consumidoras de energía. Este comportamiento de la eficiencia energética no es atribuible a fallas en el desarrollo de tecnologías eficientes, el mismo está determinado por su aplicación inefectiva, o sea, por una gestión o manejo inefectivo de la tecnología.

El objetivo de la gestión energética es minimizar el consumo y el costo de energía en una empresa, reduciendo las pérdidas y alcanzando los objetivos productivos previstos. La gestión energética debe producir ahorros energéticos y económicos sin afectación del confort o de los resultados productivos, la seguridad, ni los estándares ambientales.

La experiencia indica que solo se podrán alcanzar resultados significativos y perdurables en la reducción de los consumos y costos energéticos, cuando estos se obtienen como resultado del mejoramiento continuo de la gestión energética, a partir de que el manejo de la energía constituya una prioridad para la alta dirección de la empresa, esto ha provocado la necesidad de implementar Sistemas de Gestión energética. (Borroto, & Monteagudo, 2006).



Figura 1.2 Esquema de la planificación de la Gestión Energética. Fuente, (Optima Grid, 2012).

1.3 Desarrollo de la Norma Internacional ISO 50001.

Al darse cuenta de la importancia de la gestión de la energía, la Organización Internacional de Normalización (International Standardization Organization, ISO) comenzó a desarrollar en 2008 la ISO 50001 como la futura norma internacional de la gestión de la energía. La primera edición se publicó el 15 de junio de 2011, con la expectativa de que llegara a ser un catalizador global para la eficiencia energética industrial del mismo modo que la ISO 9001 lo ha sido para la calidad. A nivel de nuestra región, la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), estimó que el consumo específico de energía podría ser reducido entre 10% y 25% en el corto y mediano plazo a través de la implementación de planes de eficiencia energética. (Granda, 2011)

El propósito de la ISO 50001 es permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el desempeño energético, incluyendo eficiencia energética, uso, consumo e intensidad. La implementación

de este estándar debería conducir a una reducción en el costo de la energía, la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero y otros impactos positivos en temas medioambientales, a través de una gestión sistemática de la energía.

La ISO 50001 considera todos los tipos de energía, incluyendo energía renovable, no renovable y alternativa. Requiere la identificación, priorización y registro de oportunidades para mejorar el desempeño energético, incluyendo, donde sea posible, fuentes energéticas potenciales, uso de energías renovables o alternativas. Sin embargo, la ISO 50001 no establece requisitos absolutos para el desempeño energético más allá del compromiso en la política energética de la organización y su obligación de cumplir con los requisitos legales y de otra índole que sean aplicables. Así, dos organizaciones llevando a cabo similares operaciones, pero teniendo diferente desempeño energético, pueden ambas cumplir con sus requisitos.

La ISO 50001 especifica los requerimientos de un sistema de gestión de la energía (SGE) para que una organización desarrolle e implemente una política energética, establezca objetivos, metas y planes de acción, los cuales tengan en cuenta requerimientos legales y la información referente al uso de la energía significativa. Un sistema de gestión energética permite que una organización alcance sus objetivos establecidos, e implemente las acciones necesarias para mejorar su uso de la energía y demostrar la conformidad del sistema con los requerimientos de esta norma internacional.

La aplicación de esta norma internacional puede ser adoptada a los requerimientos de una organización incluyendo la complejidad del sistema, el grado de documentación y recursos, y se aplica a las actividades controladas por la organización.

La ISO 50001 proporciona un marco de requisitos que permite a las organizaciones:

- ✓ Desarrollar una política para un uso más eficiente de la energía
- ✓ Fijar metas y objetivos para cumplir con la política.
- ✓ Utilizar los datos para entender mejor y tomar decisiones sobre el uso y consumo de energía.
- ✓ Medir los resultados.
- ✓ Revisar la eficacia de la política.
- ✓ Mejorar continuamente la gestión de la energía.

En Cuba, a través de la Oficina Nacional de Normalización, en Diciembre del 2011 es adoptada la norma internacional ISO 50001: como norma nacional idéntica con la referencia NC-ISO 50001: 2011.

1.4 Sistema de Gestión de la Energía (SGE).

El sistema de gestión de la energía es la administración eficiente en todos los aspectos relacionados a la adquisición, transportación y uso de la energía necesaria para asegurar el funcionamiento y las necesidades energéticas de la empresa. Está compuesto por la estructura organizacional, los procedimientos, procesos y los recursos necesarios para su implementación como se puede apreciar en el anexo 2.

Un sistema de gestión energética es un conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan para establecer una política y objetivos energéticos, y procesos y procedimientos para alcanzar esos objetivos.

Se realiza mediante un proceso de reingeniería de la gestión energética, que instala en la empresa procedimientos, herramientas y capacidades para su uso continuo y se compromete con su consolidación elevando las posibilidades técnico-organizativas de la empresa en la gestión por la reducción de sus costos energéticos

La clave para un sistema de gestión de la energía exitoso es que éste sea asumido como propio y sea integrado completamente a los procesos de gestión dentro de la organización, es decir, que las implicaciones de la administración de la energía sean consideradas en todas las etapas del proceso de desarrollo de nuevos proyectos, y que esas implicaciones formen parte de cualquier cambio en el control de procesos.

En general, en todos los sistemas de gestión energética o de administración de energía se pueden identificar tres etapas fundamentales:

- Análisis preliminar de los consumos energéticos.
- Formulación de un programa de ahorro y uso racional de la energía (planes de acción).
- Establecimiento de un sistema de monitoreo y control energético.

Debe señalarse que erróneamente en muchos casos la administración de energía se limita a un plan de medidas de ahorro de energía, no garantizándose el mejoramiento continuo.

Contar con un buen sistema de gestión energética resulta particularmente importante para las industrias energointensivas, y en general, para las empresas en las cuales la facturación por energéticos puede llegar a representar una elevada fracción de los gastos totales de operación.

No obstante, la gestión energética para reducir los costos puede ser importante aun en empresas donde éstos representan porcentajes relativamente bajos de los costos totales, ya que la energía es el apartado cuyos costos crecen más rápidamente y uno de los pocos costos que pueden ser realmente controlados.

1.4.1 Objetivos de los SGE.

- Formular una política energética empresarial y tomar decisiones estratégicas con relación a la energía.
- Formular metas viables con respecto al empleo y consumo de energía en la empresa y sus diferentes áreas.

- Planear y presupuestar la demanda energética.
- Diseñar, elaborar y desarrollar programas de ahorro de energéticos.
- Concebir e implementar programas de mantenimiento centrado en eficiencia.
- Desarrollar programas de capacitación y motivación del personal.
- Implementar y mantener un control energético continuo en la empresa.
- Desarrollar e institucionalizar una asesoría energética interna dentro de la empresa.
- Documentar el manejo de la energía en la empresa para garantizar permanencia de la eficiencia.

1.4.2 Requisitos generales de los SGE.

- Responsabilidad de la alta dirección de la organización.
- Política Energética
- Planeación Energética
- Implementación y Operación
- Verificación de Desempeño
- Revisión de la alta dirección

Los sistemas de gestión de calidad, ambiental, seguridad, etc. se basan en estos mismos requisitos generales, lo que permite integrar los Sistemas de Gestión de Energía a los restantes. (Borroto, 2015).

1.4.3 Planificación energética.

La planificación de la gestión energética tiene como fin el establecimiento de objetivos, metas y “proyectos energéticos” a partir de la información obtenida en el “perfil energético”, los cuales deben estar en correspondencia con la política energética y los planes estratégicos de la organización. La planificación se centra en el desarrollo y mantenimiento de un “perfil energético”, este perfil se obtiene con base en datos energéticos, financieros y de producción, y en los resultados de los diagnósticos energéticos de equipos, sistemas y procesos. A partir de dichos

diagnósticos, se identifican usos significativos de la energía y oportunidades para desarrollar los “proyectos energéticos”, al tiempo que se establecen indicadores clave de desempeño para medir la efectividad del sistema de gestión. El perfil energético inicial se considera en sí mismo como una línea base a partir de la cual se miden los cambios en el desempeño energético. Para el desarrollo de esta fase, la norma recomienda algunas herramientas que ayudan en el cumplimiento de los requisitos. Aunque la misma norma recomienda estas herramientas, no hace ninguna referencia a la forma como ellas pueden aportar al cumplimiento de los objetivos de la fase de planificación. (Electrotécnicos, C. T., 2011).

En esta fase, la norma determina las acciones para desarrollar los requisitos legales y otros requisitos, la revisión energética y establecer la línea de base, los indicadores de desempeño energético, los objetivos, las metas y los planes de acción necesarios para alcanzar los resultados esperados por la organización de acuerdo a las oportunidades de mejora y su política energética.

1.4.5 Revisión energética.

La revisión energética es la determinación del desempeño energético de una organización basado en datos y otra información que dan lugar a la identificación de oportunidades de mejora. El proceso de revisión energética debe llevar a una organización a definir áreas, equipos y personal claves, establecer los índices de consumo y sus líneas de base energéticas, determinar el desempeño energético actual y estimar el futuro, identificar y priorizar oportunidades para mejora, y establecer los objetivos, metas y planes de acción para mejorar el desempeño energético y así ser consecuente con la política energética de la organización. El objetivo energético, según Optima Grid, 2012, es el resultado específico o logro establecido para cumplir la política energética relacionada con la mejora del desempeño energético; y la meta energética es el requisito detallado y cuantificable del desempeño energético, aplicable a la organización o sus partes, que surge del objetivo energético y que necesita ser establecida y conocida para

alcanzar este objetivo. Los objetivos y metas deben ser coherentes con la política energética, y las metas deben ser consecuentes con los objetivos. Los planes de acción de la gestión energética incluyen las oportunidades de mejora del desempeño energético, identificadas en la revisión energética, que se establecen para cumplir con la política, objetivos y metas energéticas, como se muestra en la figura siguiente.

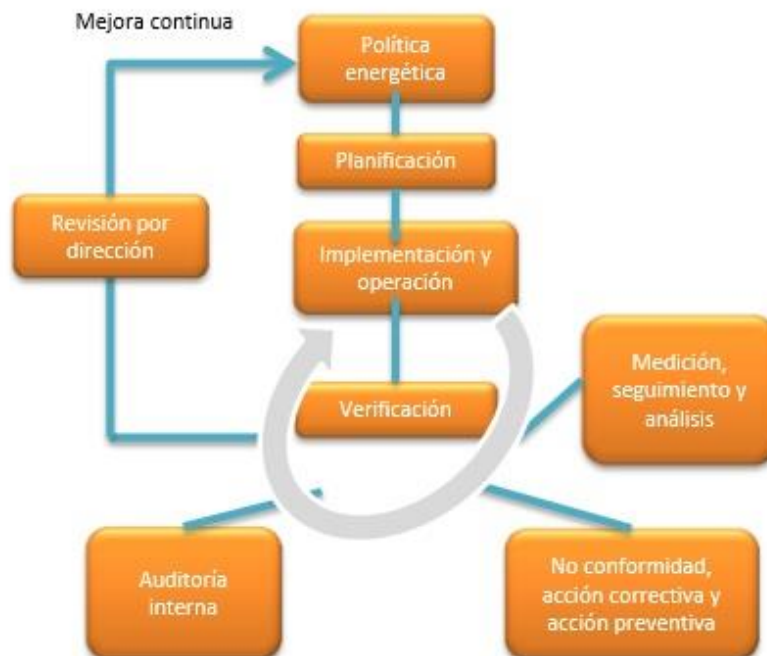


Figura 1.3 Esquema de la Norma ISO 50001. Fuente, (Optima Grid, 2012).

1.5 Consumo energético en edificios de oficinas.

Según la Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas, los edificios se llevan el 40% del total del consumo energético mundial. Mejorar la eficiencia energética de los edificios de oficinas hará que este alto %, se haga más pequeño, suponiendo una menor emisión de gases contaminantes a la atmósfera, y reduciendo a su vez los gastos de la empresa. Aquellas organizaciones que

promocionan la eficiencia energética de manera interna, suelen cumplir las normativas y requisitos legales, logrando también los objetivos de su responsabilidad social corporativa, mejorando su rentabilidad, así como el entorno de trabajo y favoreciendo a su vez la productividad de sus empleados. Aunque para todo ello, hace falta estar atento, y cumplir con una serie de pautas. (Optima Grid, 2012).

Lo primero que se debe hacer es conocer el consumo energético del edificio o las oficinas, identificando las diferentes zonas en función de su consumo energético, localizar en ellas las potenciales mejoras energéticas, y en el caso que se hubieran tomado medidas previas, verificar los efectos que han tenido y si esos coinciden con los objetivos marcados inicialmente.

Ya con las potenciales mejoras identificadas, lo que debe hacerse es un plan para aplicar medidas de reducción de los consumos y mejora de la eficiencia energética. Los principales apartados que deben cuidarse para gestionar el consumo energético son:

1. La iluminación.

En este punto se piensa inmediatamente en el uso de bombillas de bajo consumo, pero, además, aprovechar al máximo, en la medida de lo posible, la luz natural, o instalar detectores de presencia, son medidas complementarias que ayudarán notablemente. Hay que tener en cuenta, que inicialmente se identifican diferentes zonas, las cuales pueden tener diferentes necesidades lumínicas, que deben tenerse en cuenta y pueden aplicarse reguladores de intensidad para cada zona. Igualmente, no todos los puestos requieren de la misma intensidad lumínica, lo que deberá de tenerse muy en cuenta, principalmente por los trabajadores.



Figura 1.4 Zonas e Interruptores a instalar. Fuente, (Optima Grid,2012).

2. La climatización.

Aquí, es necesario diferenciar entre el consumo de la calefacción y el del aire acondicionado. Para el primero, se recomienda una temperatura entre 20 y 22 grados Celsius, mientras que, para el segundo, lo recomendable es tener la oficina a unos 24-25 grados Celsius. Para obtener el mayor rendimiento, lo recomendable es el uso de termostatos con los que se pueda programar y regular la temperatura según las horas del día o las zonas de trabajo.

Esto también se puede respaldar con medidas que permitan, en los meses de mayor frío, el acceso directo de los rayos del sol, sin que esto entorpezca el desempeño del trabajo de los empleados, como tener persianas y cortinas retiradas. O en el caso de los meses más calurosos, el uso de toldos, persianas y cortinas que impidan el acceso del calor natural, así como el uso de ventiladores,

que con un consumo menor que el aire acondicionado suelen reducir la sensación térmica entre 3 y 5 grados Celsius.

3. Las oficinas.

Las características de la construcción, su diseño, aislamiento, el estado y mantenimiento de elementos como ventanas y puertas, y su estado general, influirán notablemente en el consumo energético del edificio, ya que, cuanto mayor nivel de aislamiento, y en mejor estado se conserve, menor será el consumo energético.

Dentro del diseño y distribución, influirá notablemente la posibilidad de regular la temperatura según las zonas y horarios, o aprovechar la ventilación natural para refrescar el ambiente en las épocas más calurosas.

4. El equipamiento.

Suele ser el mayor consumo energético de las organizaciones por detrás de la iluminación. Hay que tratar de buscar un equipamiento energéticamente eficiente, ya que, además de su consumo eléctrico, durante su funcionamiento, parte de esta energía se transforma en calor, elevando la temperatura ambiental. Además, desconectar los equipos cuando no se usen, en lugar de dejarles en posición de stand-by, logrará que determinados consumos fantasmas desaparezcan.

1.6 Indicadores de desempeño energético.

Un indicador de desempeño energético (IDEn) es lo que tradicionalmente conocemos como indicador de consumo. Es decir, un IDEn es un valor cuantitativo que pretende medir y aportar información sobre el desempeño energético de una organización. Es fundamental contar con IDENs apropiados para saber cómo es la marcha de una empresa, energéticamente hablando.

Los IDENs más comunes en cada sector de actividad son los siguientes:

Sector Industria.

1. Consumo energético/Cantidad de producto fabricado.

Este es el IDEn por excelencia del sector industrial. Jugando en la fórmula con numerador y denominador, obtenemos las múltiples variantes utilizadas en la industria:

✓ Variantes del numerador: consumo energético

Variando el numerador o tipo de consumo que irá en la fórmula del IDEn, podemos establecer diferentes indicadores:

1. Consumo total/cantidad de producto fabricado, si partimos de la energía total consumida en la organización.
2. Consumo eléctrico/cantidad de producto fabricado, Consumo de energía térmica/cantidad de producto fabricado, Consumo de energías renovables/cantidad de producto fabricado, si el análisis se centra en el consumo de cada una de las fuentes de energía empleadas en la organización.
3. Consumo de la línea de X producto/cantidad de producto fabricado, Consumo del proceso Y /cantidad de producto fabricado, Consumo del equipo Z/cantidad de producto fabricado, si queremos hacer seguimiento del consumo de energía (sea del tipo que sea) para un determinado proceso, línea de producción, instalación, máquina o equipo.

✓ Variantes del denominador: cantidad de producto fabricado

En cuanto al denominador de la fórmula, es evidente que la expresión del indicador será diferente dependiendo del producto considerado y de las unidades en las que se mida éste, por ejemplo:

4. Consumo energético/número de unidades fabricadas, Consumo energético/toneladas fabricadas, Consumo energético/número de lotes fabricados, Consumo energético/litros fabricados, y así sucesivamente con los diferentes tipos de productos industriales y sus respectivas unidades.

Por otro lado, atendiendo a la fase de fabricación en la que se encuentra el producto, también es posible establecer IDEns diferentes, por ejemplo:

5. Consumo energético/cantidad de producto final fabricado, si nos fijamos exclusivamente en el producto final que obtiene la organización.
6. Consumo energético/cantidad de subproducto A, Consumo energético/cantidad de subproducto B, si atendemos a la cantidad de subproductos o productos intermedios fabricados en un proceso o línea de producción.

Sector transporte.

1. Consumo energético/número de pasajeros.
2. Consumo energético/tonelada transportada.
3. Consumo energético/distancia recorrida.

Estos son los tres IDEns más habituales en el sector transporte. Al igual que en los casos anteriores, se pueden obtener diferentes variantes atendiendo al consumo de energía por fuente (gasolina, gasóleo) o a partir de otras opciones en el numerador, como puede ser el consumo por tipo de vehículo utilizado (automóviles, vehículos de carga, autobús, motocicletas).

Sector residencial.

En el sector residencial la unidad conocida que sirve para establecer indicadores suele ser la superficie o el número de personas o habitantes:

1. Consumo energético/m².
2. Consumo energético/número de habitantes.

Como siempre, este tipo de IDEns también admiten múltiples variables en función del consumo analizado, por fuente (electricidad, gas natural) por uso (iluminación, climatización...), etc.

Sector comercial y de servicios.

En el sector servicios es difícil medir la cantidad de servicios realizados, por lo que los IDEns que se utilizan se basan en repercutir el consumo de energía en otras unidades medibles, como son la superficie del edificio en el que se realiza la actividad, el número de empleados que trabajan para la organización o las horas de trabajo realizadas:

1. Consumo energético/superficie del edificio.
2. Consumo energético/número de empleados.
3. Consumo energético/horas trabajadas.

Lo mismo pasa con el sector comercial, en el que, además de los tres anteriores, existe otro IDEn típico atendiendo al número de personas que visitan el centro:

1. Consumo energético/número de visitantes

Al igual que en el sector industrial, se pueden obtener diferentes variantes de cada IDEn trabajando con el tipo de consumo que se emplea en la fórmula, ya sea el consumo total de la organización, el consumo por fuente de energía o el consumo por máquina o instalación.

1.7 Medidas de ahorro energético en la empresa.

Para controlar los consumos dentro de una organización hay multitud de formas y medidas. Pero, lo primero de todo, es la definición de un plan de ahorro energético, respaldado por la dirección, que muestre la dirección a seguir y motive a los empleados a tomar parte y colaborar en esas medidas de ahorro energético, para reducir los consumos y el impacto ecológico de la empresa. Además, es muy importante ofrecer un feedback constante, que motive al grupo a seguir con una postura más verde, ya que, por medio de la monitorización y la medición de los consumos, se puede demostrar la mejora en materia energética. Y es que, todo aquello que se puede medir, se puede mejorar. Es por eso, que la mejor herramienta y amiga, a la hora de implantar cualquier medida de mejora de la eficiencia, es un registro que permita ver los consumos, las pérdidas energéticas que penalizan la factura y los correspondientes ahorros obtenidos después del plan de ahorro energético.

Existen muchas medidas de reducción de consumos y costes que tampoco requieren que se les destinen muchos recursos. Por ejemplo, una de las primeras medidas que se pueden tomar cuando se monitoriza los consumos energéticos, es poder escoger la potencia contratada en la factura eléctrica que mejor se adapte al consumo real de la entidad, logrando solo con eso un importante ahorro sin realizar ningún esfuerzo ni desembolso.

También, muy relacionada con la anterior, está la selección de la tarifa energética que mejor se adecue a los hábitos de trabajo de la empresa, reduciendo considerablemente la factura.

La detección de pérdidas energéticas, así como consumos ocultos o anómalos, permite a la organización resolverlos y eliminarlos, cuando de otra manera, se desconocería que esa es la fuente de pérdidas energéticas y económicas constantemente de la empresa.

Y claro está, todo ello acompañado de buenas prácticas adquiridas por parte de los integrantes de la organización, de manera que actitudes responsables ante los consumos de la empresa, acompañen y no resten a todos los esfuerzos y medidas que se vayan realizando en el tiempo.

Todas estas medidas apenas requieren recursos de algún tipo por parte de la empresa, pero, aparte de estos ejemplos expuestos, hay muchas otras medidas que a través de inversiones monetarias y la destinación de diferentes recursos de la empresa, obtienen mejoras energéticas y, con más o menos tiempo, tras la amortización de los recursos destinados, una reducción de costes respecto a la situación inicial.

Un ejemplo muy habitual es la modernización de los sistemas de iluminación y climatización, así como de los elementos que los gestionan y controlan, renovando la tecnología actual por otros sistemas más modernos con importantes mejoras y nuevas funciones, más eficientes, que permiten una mayor y mejor gestión de estos elementos y los consumos de luz, agua, gas u otros recursos que conlleva su utilización.

Compensar la energía reactiva, es un aspecto que eliminará de la factura energética la penalización de la misma, evitando así sanciones innecesarias en la factura eléctrica.

Jiménez, 2016 refiere un estudio monitorizando los consumos de los diferentes elementos, buscando alternativas más modernas o diseño de soluciones tecnológicas que permitan optimizar los consumos de cada elemento. Incluye el ejemplo del estudio de los sistemas de calor actuales, sustituyendo calderas de gasóleo o gas natural convencionales, por soluciones más eficientes, que requieran menores consumos, ofreciendo mejores rendimientos y una mayor eficiencia energética en la empresa

Todo ello, por si solo y de manera individual, poco aporta, pero el control y monitorización de los procesos, así como las variaciones de consumos en base a las medidas que se vayan implantando, por un lado, evitarán actuar a ciegas, pudiendo atajar aquellos puntos que requieran una mayor atención, así como motivar a los miembros de la organización al comprobar que los resultados de las medidas tomadas, las nuevas actitudes y las inversiones acometidas, tienen una repercusión positiva que se traduce en menores costes que soporta la organización, y en la menor energía necesaria para realizar la misma actividad, reduciendo las emisiones directas de la actividad normal de la empresa, así como la contaminación y la correspondiente mejora del medio ambiente.

Conclusiones parciales.

1. La situación energética en las últimas décadas ha exigido la adopción de nuevas estrategias en materia de gestión como base de un modelo de desarrollo sostenible, que permita satisfacer las necesidades energéticas de la generación actual y preservar las de las futuras generaciones.
2. Un sistema de gestión energética es un conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan para establecer una política y objetivos energéticos, y procesos y procedimientos para alcanzar esos objetivos. Para su implementación exitosa es necesario que esté imbricado en todas las etapas del proceso productivo o de servicios de la organización, en cualquier cambio en el control de procesos y en el desarrollo de nuevos proyectos.
3. La NC ISO 50001:2011 especifica los requerimientos de un sistema de gestión de la energía para que una organización desarrolle e implemente una política energética, establezca objetivos, metas y planes de acción, los cuales tengan en cuenta requerimientos legales y la información referente a los usos significativos de la energía.
4. La definición de indicadores de desempeño energético resulta fundamental para la implementación de sistemas de gestión energética efectivos. En el sector comercial y de servicios, aunque existen referencias internacionales, los IDEns que se utilizan no siempre muestran una buena correlación entre el consumo energético y la actividad productiva. Resulta necesario profundizar en las características propias de los procesos que desarrolla cada organización.

Capítulo 2: Caracterización Energética de la empresa CENEX.

2.1 Caracterización de la empresa.

La organización surge en 1985 como Establecimiento de Servicio de Control Técnico dentro de la Empresa Constructora de Obras Industriales # 6 (ECOI-6), ubicado en la carretera del Castillo, Cienfuegos; previsto para el servicio de control técnico durante la construcción de la CENTRAL ELECTRONUCLEAR de JURAGUÁ. Al paralizarse la construcción de la misma en 1992, se constituye el Centro Experimental de la Construcción (CENEX), con el objetivo de dar servicios a los trabajos de conservación de la CEN, ofrecer servicios a la industria nacional y desarrollar tareas de investigación y desarrollo. Es una empresa en Perfeccionamiento Empresarial desde el 2005. En la actualidad, denominada *Empresa de Servicios Técnicos de Defectoscopia y Soldadura, CENEX*, está integrada al OSDE de Diseño e Ingeniería de la Construcción (GEDIC) según Resolución Ministerial N° 387/2014 de fecha 30 de diciembre del 2014.

Por la Resolución 661/2013 con fecha 23 de noviembre del 2013, del Ministerio de Economía y Planificación se modificó su objeto social pasando a los siguientes:

- ✓ Brindar Servicios Técnicos de Inspección, ensayos y análisis de integridad a componentes estructurales, recipientes, tuberías y uniones soldadas
- ✓ Prestar servicios de entrenamiento y homologación a soldadores.

Misión

El CENEX está especializado en brindar servicios de control por ensayos destructivos y no destructivos, a uniones soldadas, materiales metálicos y de construcción, de análisis de integridad estructural a recipientes, tuberías y componentes estructurales. Diseño y prestación del servicio de entrenamiento y homologación de soldadores.

Al realizar nuestros servicios contribuimos socialmente a minimizar afectaciones al medio ambiente por la ocurrencia de accidentes a la salud o por vertimiento de gases o líquidos peligrosos de estructuras, recipientes y tuberías, además que al estar mejor preparados los soldadores, se propicia el uso adecuado de los materiales y la tecnología. Garantiza Producciones Más Limpias y Buenas Prácticas.

Visión

Somos líderes en las prestaciones de servicios de ensayos no destructivos, desarrollando eficientemente los servicios certificados dentro del Sistema Integrado de Gestión, garantizando la satisfacción y las expectativas de los Clientes mediante la mejora continua de nuestros procesos. Nuestra Gestión Empresarial contemporánea procura la óptima profesionalidad de nuestros trabajadores en beneficio de nuestra entidad y de la sociedad.

2.2 Servicios que brinda la entidad.

2.2.1 Servicios de control por ensayos no destructivos.

Estos controles consisten en detectar los defectos internos y externos en los metales y uniones soldadas en estructuras, recipientes y tuberías. Se relacionan a continuación:

- Inspección Visual:

Con este tipo de control el inspector puede observar solo los defectos externos como poros, grietas, en las soldaduras además socavaduras, exceso de ancho del cordón, falta de penetración entre otros defectos superficiales.

- Control Radiográfico:

Permite analizar los posibles defectos internos utilizando las propiedades de los rayos X y gamma.

- Control por Ultrasonido:

Permite analizar los posibles defectos internos utilizando las propiedades de las ondas ultrasónicas.

- Control por líquidos penetrantes:

Permite revelar los defectos superficiales por el efecto capilar de los líquidos que se utilizan.

- Hermeticidad:

Permite detectar los defectos pasantes que afecten la hermeticidad de los equipos.

- Medición de espesor:

Permite determinar espesores utilizando las propiedades de las ondas ultrasónicas.

- Macro y Microestructura in situ:

Permite el examen macro y microestructural de los materiales con los aumentos correspondientes para conocer su tipo de estructura interna, forma y tamaño de granos, así como los defectos internos entre otros aspectos.

2.2.2 Servicios METASOL.

- Entrenamiento y Homologación de Soldadores:

Proceso que se dedica a preparar y certificar los soldadores en uno o varios procesos de soldadura.

- Elaboración y comprobación de procedimientos de Soldadura:

Elaboración de procedimientos de soldaduras por diferentes métodos y su correspondiente comparación y su comprobación.

- Análisis de integridad estructural de recipientes, tuberías y componentes estructurales:

Se realiza una inspección y sobre esa base se ejecutan los servicios de control requeridos para determinar si estos equipos aún cumplen con las especificaciones técnicas y funciones para las cuales fueron diseñados.

- Controles destructivos:

Estos controles se denominan ensayos mecánicos, consisten en detectar los defectos y propiedades mecánicas, mediante la destrucción de las probetas elaboradas a partir de las uniones soldadas o metales bases. No están disponibles en su totalidad por falta de equipamiento excepto las pruebas de dureza.

2.3 Premios y Reconocimientos por sistemas implementados y por buen desarrollo de la protección del medio ambiente.

La empresa ha venido implementando hace algunos años varios sistemas de gestión que los ha llevado a obtener varios reconocimientos y premios:

- Premio de la Calidad, 2007.
- Premio Ambiental del Ministerio de la Construcción, Categoría Servicio. Edición 2009.
- Reconocimiento a CIR – CENEX por su destacada participación en el cumplimiento de las acciones de la ANIR en función del ahorro energético, ANIR Cienfuegos, 2011
- Renovación del Sistema Integrado de Gestión: certificado por la NC-ISO 9001: 2008. Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos, NC – 18001:

2005. sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo. Requisitos y NC-ISO 14 001: 2004: Sistema de Gestión Medio Ambiental. Requisitos, enero 2016.

- Otros Reconocimientos del CITMA por los resultados significativos, individuales y colectivos, en el desarrollo de la Ciencia en el Territorio.

2.4 Caracterización energética de la empresa.

Portadores energéticos:

En la Empresa de Servicios Técnicos de Defectoscopía y Soldadura, CENEX, los principales portadores energéticos son la energía eléctrica y los combustibles gasolina y diésel. En el siguiente diagrama se muestra el uso final de cada portador.

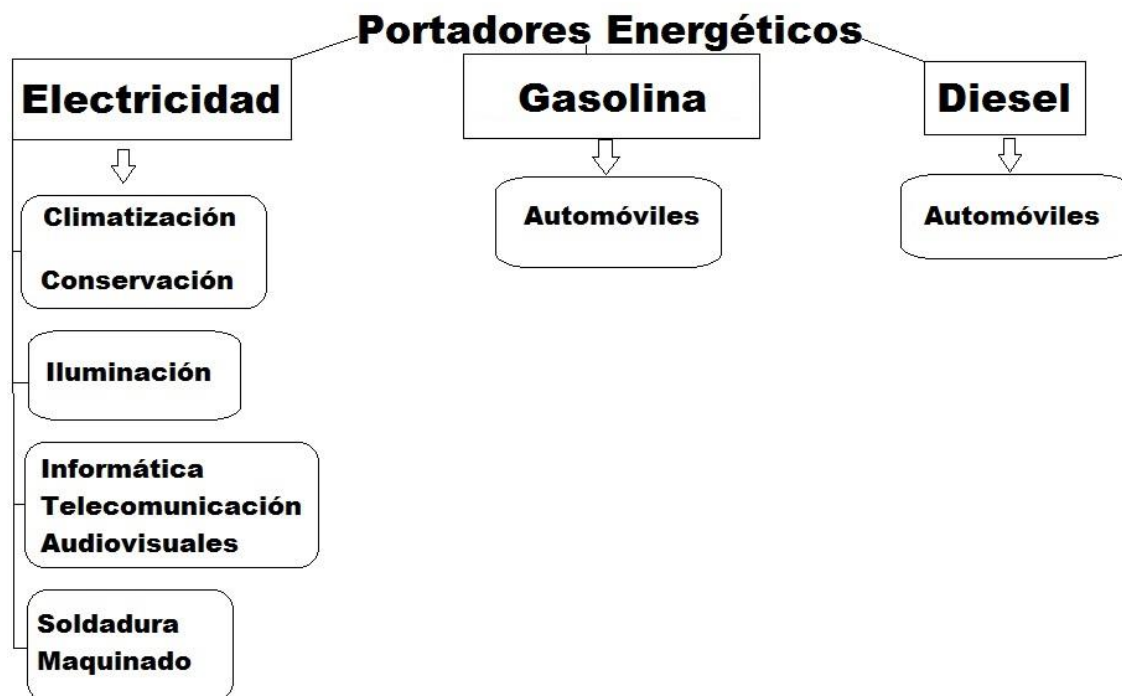


Figura 2.1 Diagrama de bloque de los portadores energéticos de la empresa.

En la Figura 2.2 se puede observar el consumo de los portadores energéticos, siendo la energía eléctrica la de mayor consumo representando más de un 78% del total. Teniendo en cuenta lo anterior visto se realizará de aquí en adelante el estudio de este portador.

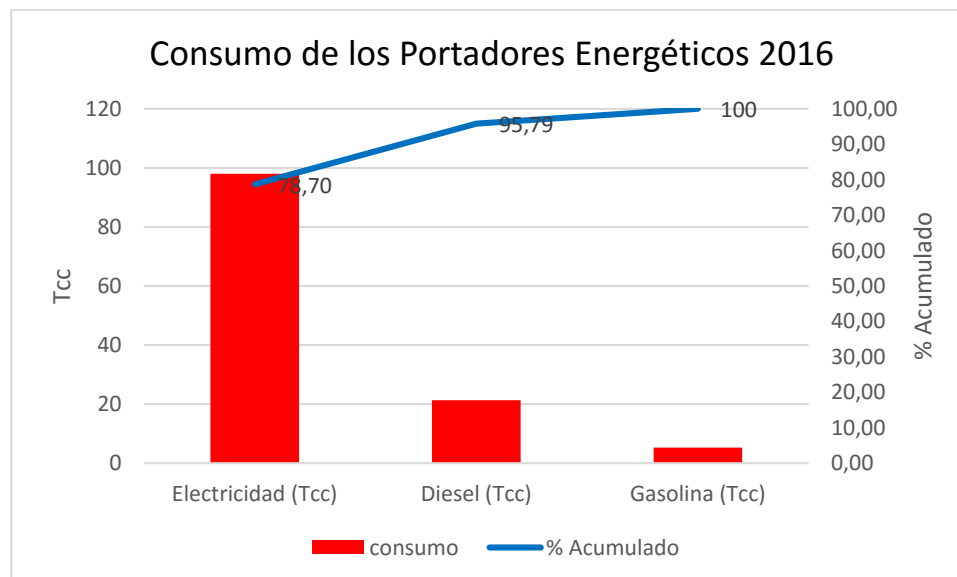


Figura 2.2 Estructura de consumo de los principales Portadores Energéticos.

2.5 Información general de la tarifa eléctrica.

La empresa de servicios CENEX tiene contratada la tarifa M1-C, tarifa de media tensión para actividad inferior a 12 horas diarias. Esta tarifa consiste en lo siguiente:

\$7.00 mensual por kW de máxima demanda contratada en cualquier período del día.

Por cada kWh consumido en cualquier momento del día:

$(0.0254 \text{ \$/kWh} * K + 0.064 \text{ \$/kWh}) * \text{Consumo en cualquier momento kWh}$

Para el cálculo de la facturación del cargo fijo mensual, se considera:

- ✓ El valor de demanda máxima contratada será en cualquier período del día.
- ✓ De no contarse con la medición de la demanda máxima, esta se considerará como el 90 % de la capacidad en kVA del banco de transformadores que alimenta el servicio, por lo que no habrá penalizaciones por exceso de la demanda máxima.
- ✓ Si la demanda máxima registrada es mayor que la demanda máxima contratada, se facturará la contratada al precio de la tarifa y el exceso al triple de su valor, \$21.00 por cada kW.
- ✓ Sólo se permitirá contratar dos valores de demanda al año por períodos no menores de tres meses a los consumidores cíclicos.
- ✓ Se aplican el Factor de potencia y el Factor K.

La empresa tiene un plan asignado de 3000 kWh mensuales que en ocasiones puede variar de 2830 hasta 3200 en dependencia del mes y del consumo que tuvieron en el mes anterior.

El estudio del consumo de la energía eléctrica consistió en construir y analizar los gráficos siguientes para los años 2015 y 2016:

- ✓ Gráficos anuales del consumo de energía eléctrica.
- ✓ Gráficos de control.
- ✓ Gráficos anuales de consumo de energía eléctrica e ingresos.
- ✓ Gráficos de dispersión de consumo de energía vs ingresos.

2.5.1 Gráficos anuales del consumo de energía eléctrica.

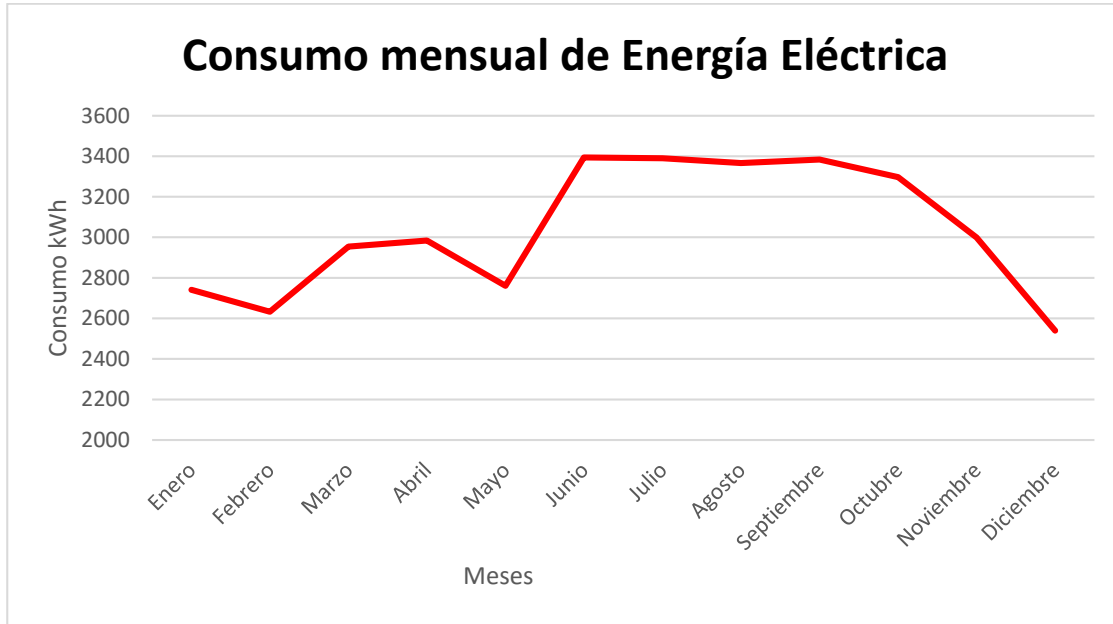


Figura 2.3 Gráfico de consumo de energía por meses del año 2015.

En el gráfico se puede observar el comportamiento a lo largo del año del consumo de energía donde este se mantuvo similar desde el mes de Junio hasta Octubre donde comenzó a disminuir hasta llegar a la cifra mínima que se obtuvo en Diciembre.

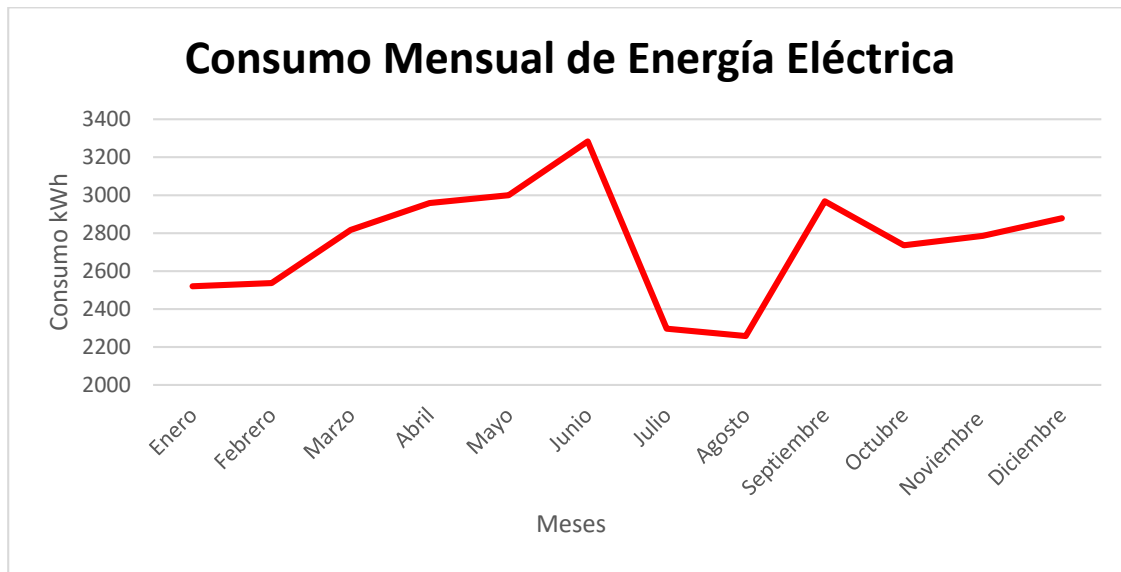


Figura 2.4 Gráfico de consumo de energía por meses del año 2016.

En el gráfico anterior se observan cuáles fueron los meses de mayor y menor consumo de energía, siendo el mes de Junio el de mayor consumo y el de Agosto el de menor respectivamente. La disminución brusca que ocurrió en el mes de Julio se debe a que el país experimentó un cambio en el plan asignado a las empresas, estos disminuyeron considerablemente.

2.5.2 Gráficos de Control.

Los gráficos de control se realizan para observar si una variable se encuentra controlada durante un período de tiempo. Su construcción se realiza considerando como límites el valor promedio más dos veces la desviación estándar y menos dos veces la desviación estándar.

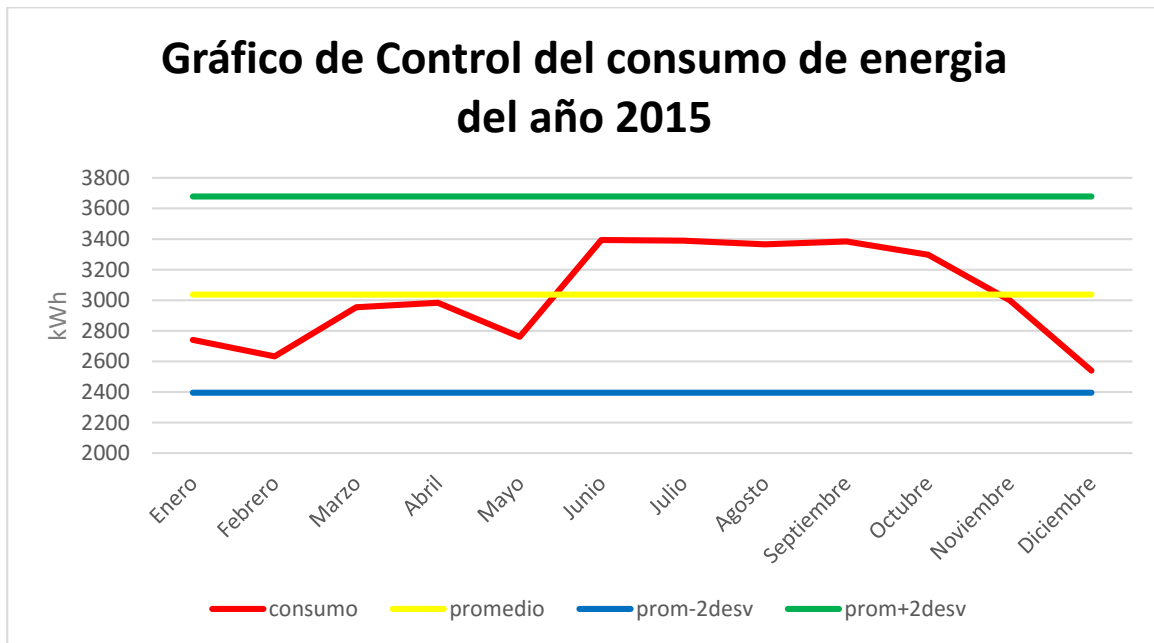


Figura 2.5 Gráfico de Control del consumo de energía anual del año 2015.

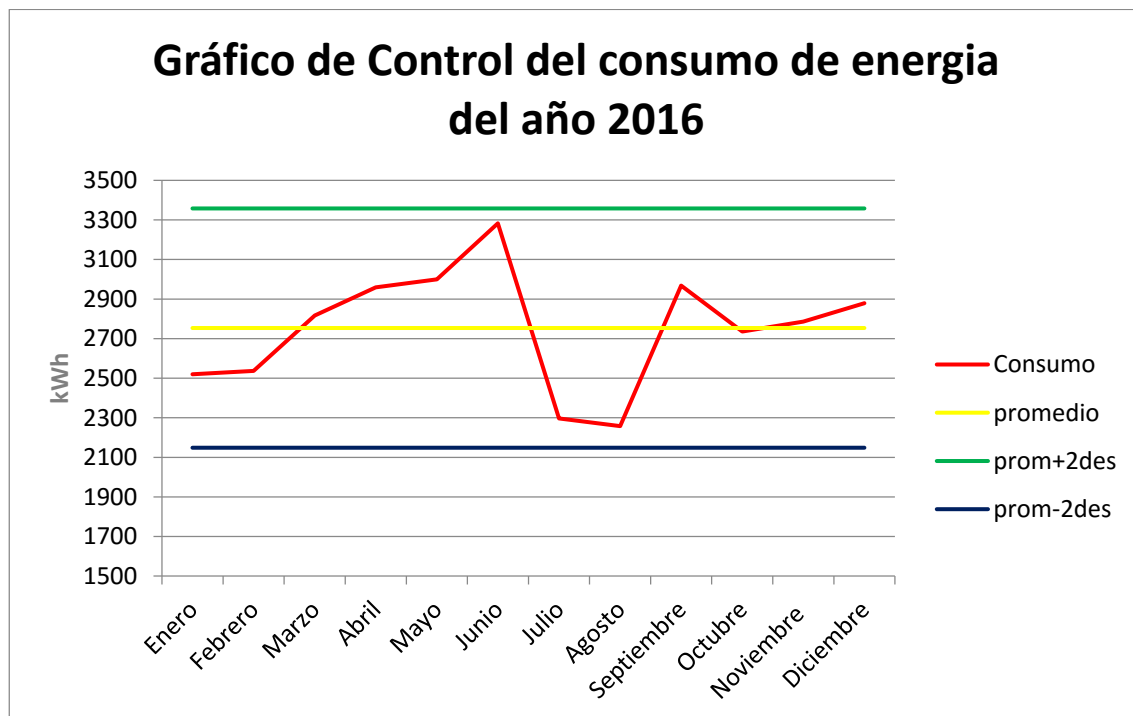


Figura 2.6 Gráfico de Control del consumo de energía anual del año 2016.

En los gráficos de control se observa que el consumo de energía eléctrica en la Empresa se mantiene en la zona de control definida. Puede observarse el aumento del consumo en el mes de Junio siendo este el que más se acerca al límite superior.

2.5.3 Gráficos anuales de consumo de energía eléctrica e ingresos.

La empresa CENEX utiliza como indicador de producción los ingresos en pesos y en el gráfico a continuación se muestra esta producción junto con el consumo de energía del año 2016.

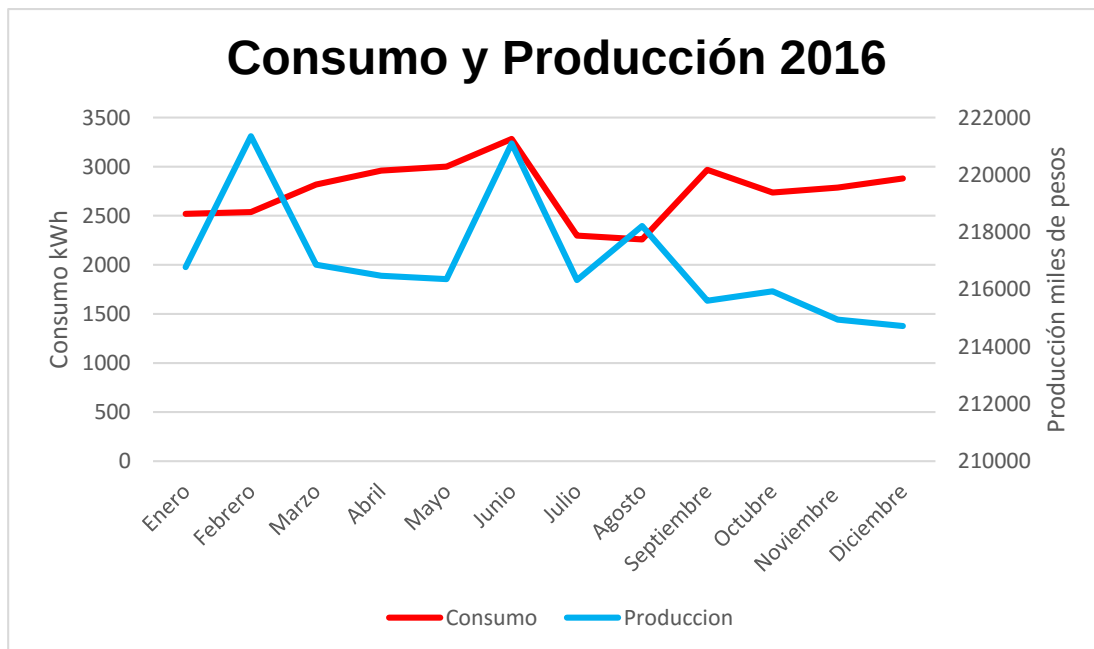


Figura 2.7 Gráfico de Producción y Consumo de energía eléctrica del año 2016.

Como se puede observar no existe una relación realmente significativa entre estos dos indicadores, debido a que mediado del año el país tuvo una disminución del plan energético asignado a las empresas; por lo que hay que realizar un análisis más profundo de ello. Realizando un estudio del año 2015.

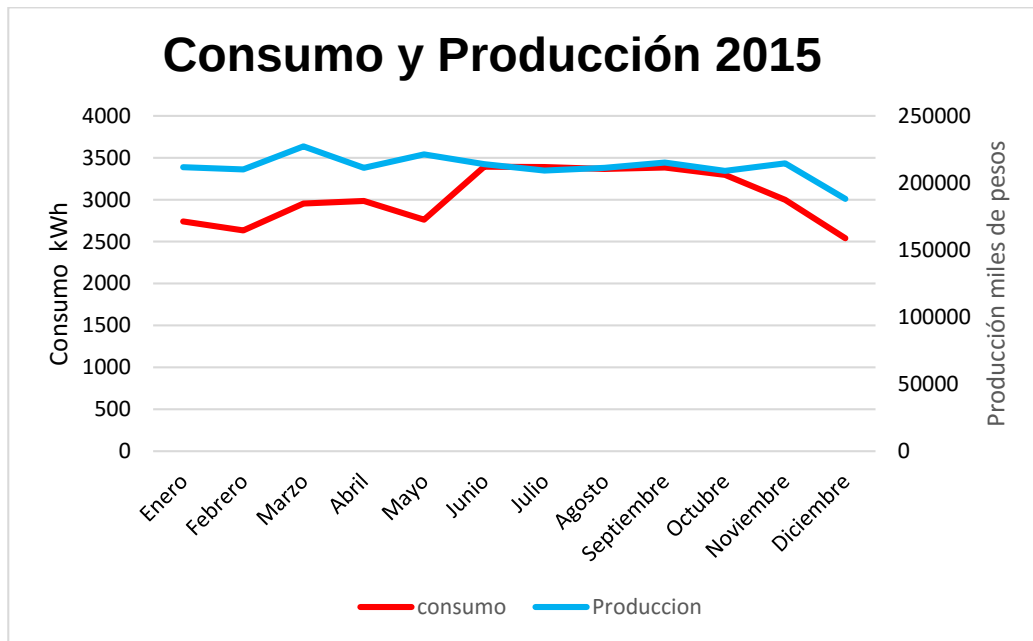


Figura 2.8 Gráfico de Consumo de energía eléctrica y Producción del año 2015.

En el grafico anterior se aprecia como existe una mejor relación entre el consumo de energía eléctrica y la producción que en el año 2016, esto es debido a que en el transcurso ese año no se realizó ningún cambio significativo en el plan energético de la empresa.

2.5.4 Gráficos de correlación del consumo de energía vs ingresos.

El siguiente gráfico muestra la correlación que existe entre el consumo de energía y la producción. Para que exista una buena correlación el valor de r^2 debe ser superior a 0,75.

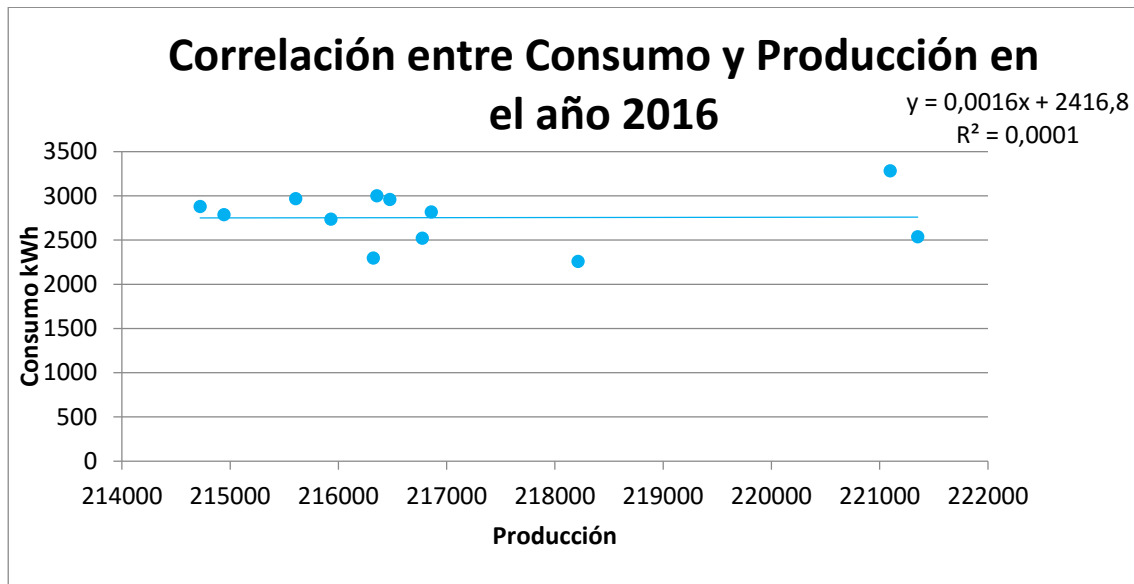


Figura 2.9 Gráfico de correlación entre el consumo de energía eléctrica y la producción en el año 2016.

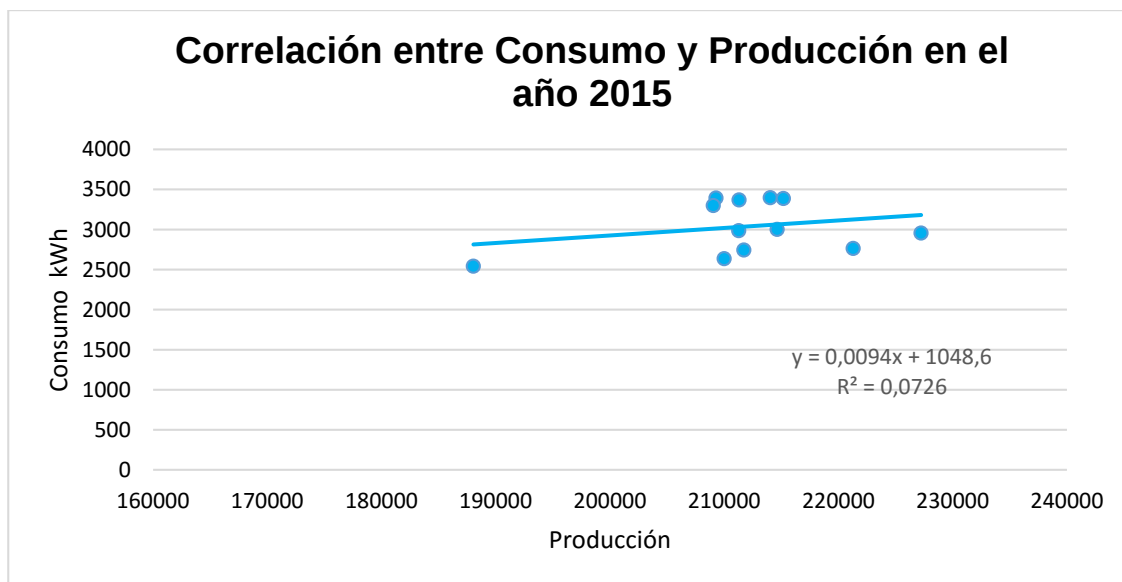


Figura 2.10 Gráfico de correlación entre el consumo de energía eléctrica y la producción en el año 2015.

Como conclusión de este análisis puede señalarse que para el año 2016 no existe correlación alguna entre estas dos variables ($r^2 < 0,75$) lo que se explica a partir de las medidas de contingencia energética adoptadas desde mediados de año. Por esta razón en los análisis siguientes no se considerará este año.

Para el año 2015 tampoco se obtiene una correlación significativa ($r^2 < 0,75$); lo que indica la necesidad de revisar la variable utilizada como indicador del nivel de producción o la influencia de otros factores.

Como los servicios que presta la empresa se realizan en su mayoría en las instalaciones industriales de los clientes y en sus locales propios se efectúan mayoritariamente solo labores administrativas resulta muy difícil definir una correlación entre el consumo de electricidad y la producción. De acuerdo con esto en la literatura especializada se recomienda la utilización entonces de índices de consumo como kWh/m² de superficie, kWh/número de trabajadores y kWh/horas de trabajo.

Utilizando los kWh/m² de superficie y kWh/# de trabajadores se obtienen los resultados de las figuras siguientes:

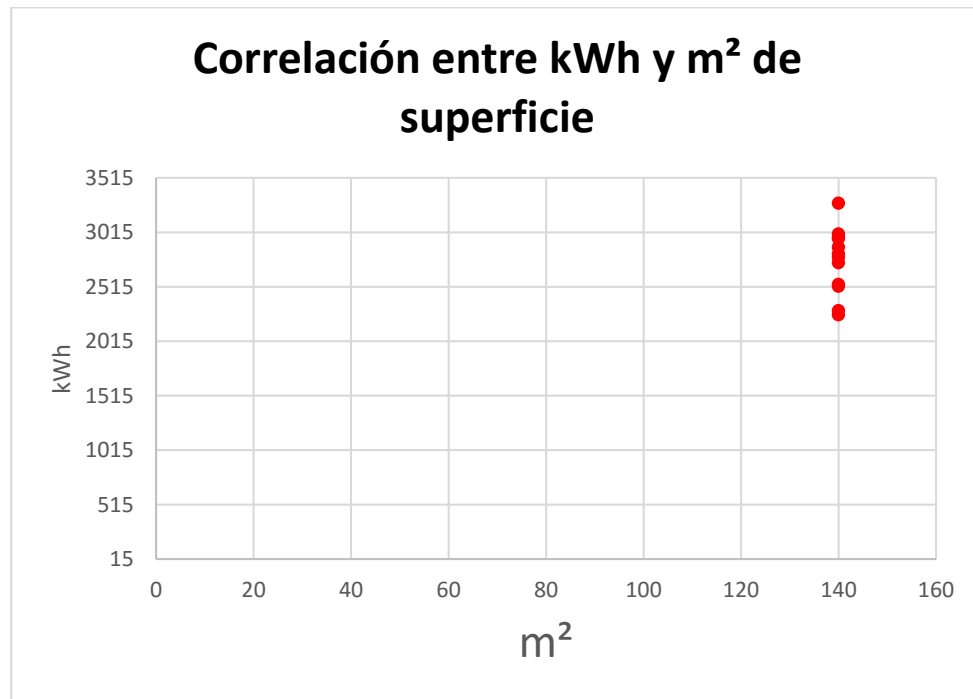


Figura 2.11 Gráfico de correlación entre el consumo de energía eléctrica y m² de superficie.

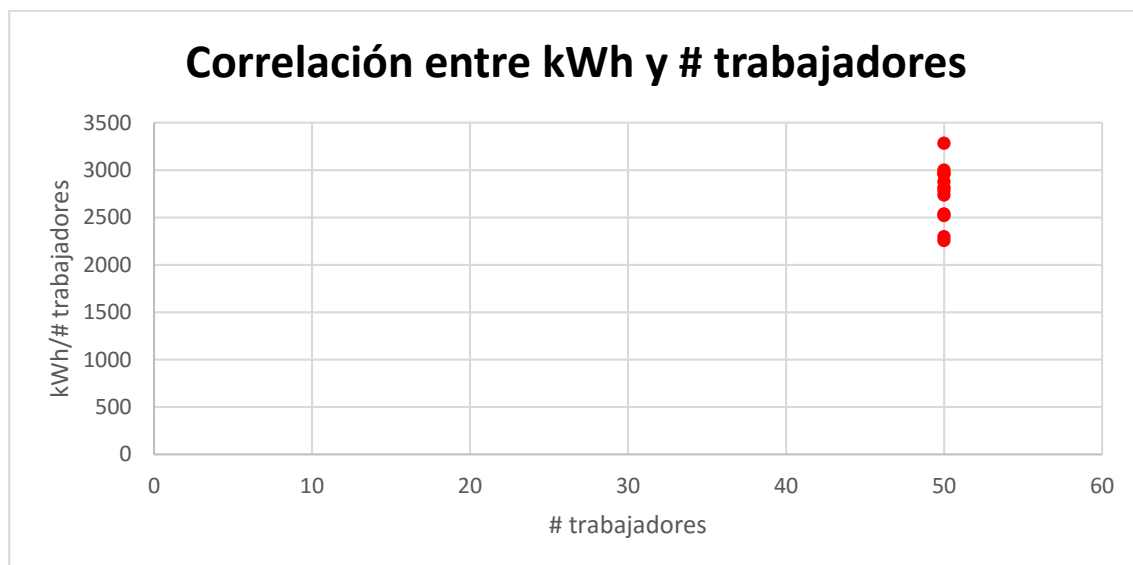


Figura 2.12 Gráfico de correlación entre consumo de energía eléctrica y # de trabajadores.

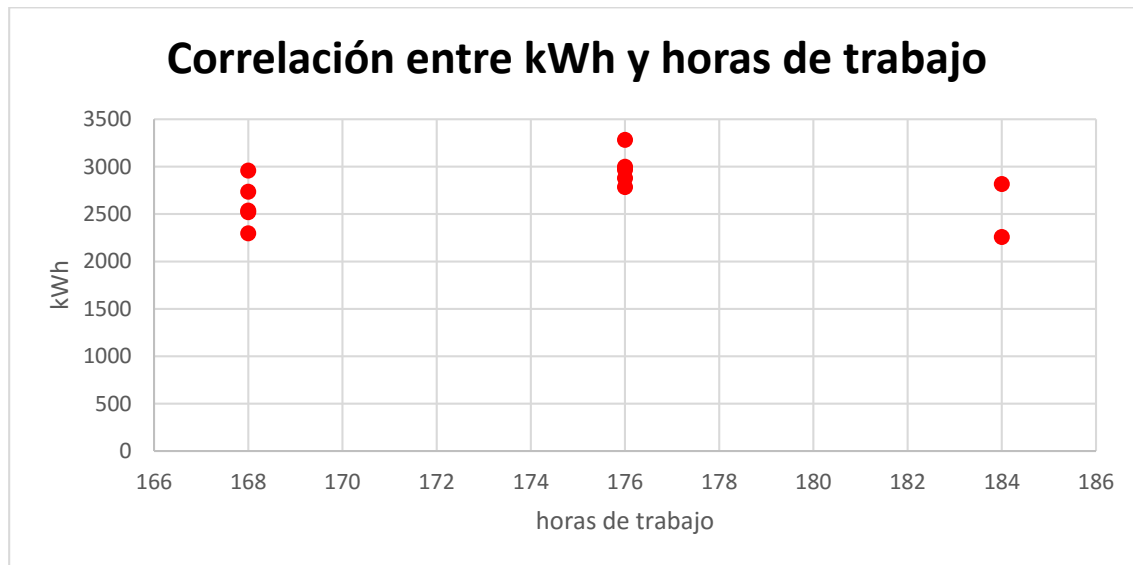


Figura 2.13 Gráfico de consumo por horas trabajadas mensuales.

Del análisis anterior se concluye ninguno de los indicadores reportados en la literatura resulta válido para la implementación de un sistema de gestión energética. Es necesario entonces definir los usos significativos de la energía y estudiar la influencia de variables significativas como por ejemplo las condiciones climáticas.

2.6 Censo de Carga.

Para realizar el censo de carga, se realizó un inventario de todos los equipos que consumen energía eléctrica en la empresa y se dividió la entidad por áreas (nave 1, nave 2 y escuela taller) para llevar un mejor control.

No.	Áreas
1	Primera Nave
2	Segunda Nave

3	Escuela- Taller
---	-----------------

Tabla 2.1 Áreas en las que se dividió la empresa.

Inventario para los equipos consumidores de energía eléctrica para la Primera Nave.

N°	Consumidor	Pot. (W)	Cant	Pot. Instalada (W)	tpo/ h dia.	Consumo kWh/día
1	PC servidor	785	3	2355	24	56,52
2	AA Midea	950	1	950	24	22,8
3	Inversor	828	1	828	24	19,872
4	AA Vabclima	1050	4	4200	4	16,8
5	Luminaria 4x18W	72	29	2088	8	16,704
6	Estación (PC-Monitor-UPS)	156,8	11	1724,8	8	13,7984
7	AA Chigo.	1590	1	1590	4	6,36
8	Laptop	190,5	4	762	8	6,096
9	Swich	114	2	228	24	5,472
10	Microwave	2550	1	2550	2	5,1
11	AA Thayshy	1210	1	1210	4	4,84
12	AA LG	560	2	1120	4	4,48
13	Ventilador de Pared. RAYFAN	48	14	672	4	2,688
14	Impresora Láser mod.	660	4	2640	1	2,64
15	Pizarra telefónica	95	1	95	24	2,28
16	Cocina eléctrica	1000	1	1000	2	2

17	Caja de Agua	80	1	80	24	1,92
18	Refrigerador Haier	80	1	80	24	1,92
19	Dataswich	76	1	76	24	1,824
20	Ruter	75	1	75	24	1,8
21	Monitor Hanel	190,5	1	190,5	8	1,524
22	Impresora Láser mod.	686	2	1372	1	1,372
23	Ventilador de techo	150	1	150	8	1,2
24	AA tipo Split	2370	1	2370	0,5	1,185
25	Monitor	120	1	120	8	0,96
26	Impresora mod.FX 890	139,7	4	558,8	1	0,5588
27	TV Atec Haier	55	1	55	2	0,11
28	Impresora mod.hp	75	1	75	1	0,075
29	FAX	76,2	1	76,2	0,5	0,0381

Tabla 2.2 Equipos de la Primera Nave.

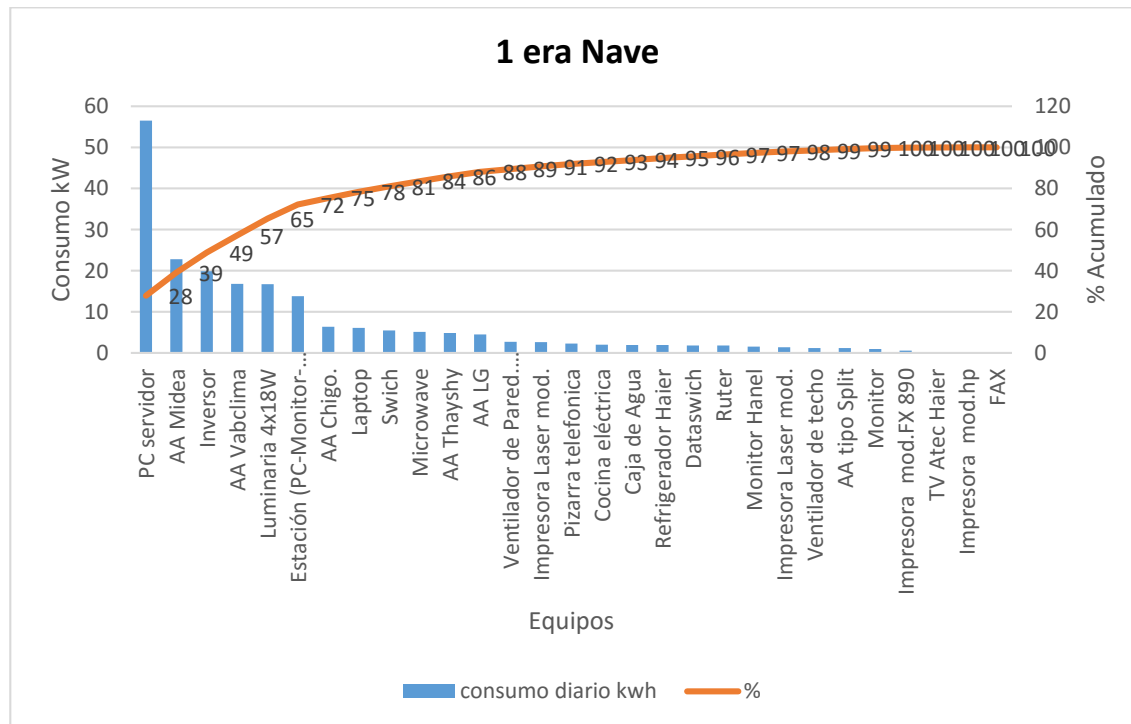


Figura 2.14 Diagrama de Pareto para la Primera Nave.

Como se puede observar en la primera nave los USEn son los servidores del departamento de informática que están encendidos las 24 horas del día, representando casi un tercio del consumo total de esta nave. En orden de importancia le siguen los aires acondicionados de esos mismos locales y otros equipos informáticos asociados.

Inventario para los equipos consumidores de energía eléctrica para la Segunda Nave.

Nº	Consumidor	Pot. (W)	Cant	Pot. Instalada (W)	tpo/h día.	Consumo kWh/día
1	Estación (PC-Monitor-UPS)	156,8	7	1097,6	8	8,7808
2	AA LG	560	4	2240	3	6,72
3	Luminaria 1x18 W	18	21	378	7	2,646

4	Microwave	2550	1	2550	1	2,55
5	Ventilador de Pared. RAYFAN	48	6	288	5	1,44
6	AA Vabclima	1050	1	1050	1	1,05
7	Impresora mod.FX 890	139,7	3	419,1	1	0,4191
8	Impresora mod.hp	660	1	660	0,5	0,33
9	Impresora Laserjet Pro200 (color)	508	1	508	0,5	0,254
10	Luminaria 2x32 W	64	1	64	1	0,064
11	Luminaria de seguridad	25	2	50	0,5	0,025

Tabla 2.3 Equipos de la Segunda Nave.

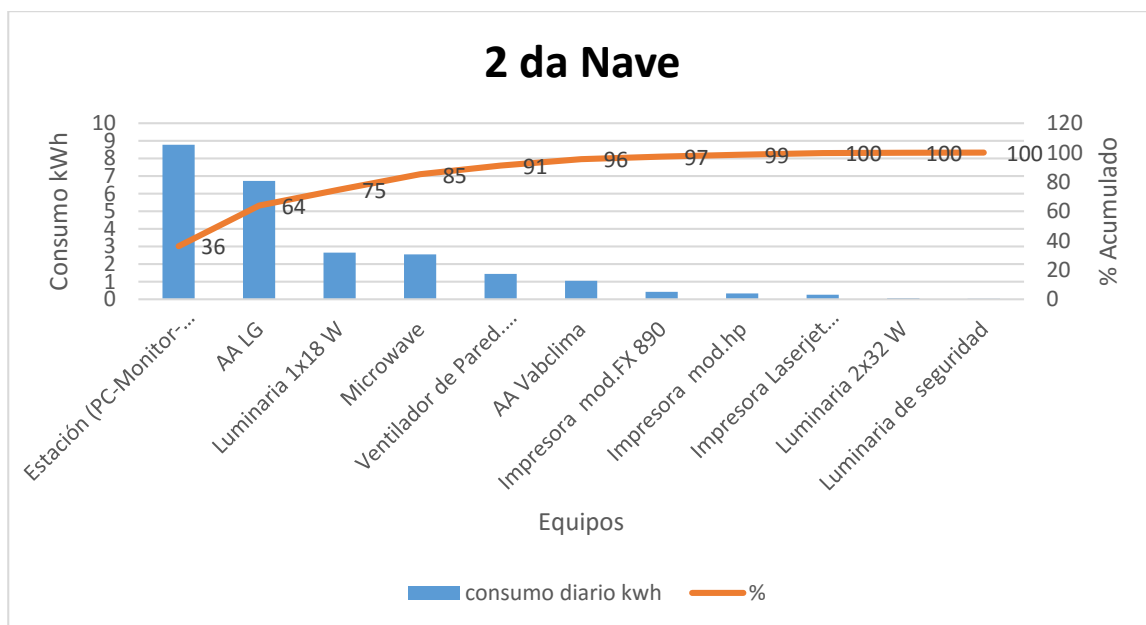


Figura 2.15 Diagrama de Pareto para la Segunda Nave.

Para el caso de la segunda nave como se muestra en el gráfico los USEn son las computadoras seguidas de los aires acondicionados marca LG, sumando estos más del 50% del consumo de esta nave.

Inventario para los equipos consumidores de energía eléctrica para la Escuela-Taller.

Nº	Consumidor	Pot. (W)	Can t	Pot. Instalada (W)	tpo/h día.	Consumo kWh/día
1	Máquina de soldar por arco	13160	10	131600	4	526,4
2	Torno de roscar 16 K20	12000	1	12000	3	36
3	Máquina amoladora angular $\varnothing$ 180 mm	1212,9	7	8490,3	3	25,4709
4	Cepilladora	7500	1	7500	3	22,5
5	Máquina amoladora angular $\varnothing$ 115 mm	820	7	5740	3	17,22
6	Luminaria 2x32 W	64	19	1216	6	7,296
7	Fresadora	6300	1	6300	1	6,3
8	Microwave	1332	1	1332	3	3,996
9	Horno de secado de electrodos	2400	2	4800	0,5	2,4
10	Seguta mecánica	2100	1	2100	1	2,1
11	Cocina eléctrica	1000	1	1000	2	2
12	Ventilador de pié	250	1	250	8	2
13	Refrigerador Haier	80	1	80	24	1,92
14	Ventilador de Pared. RAYFAN	48	2	96	8	0,768
15	Taladro de mesa	550	1	550	1	0,55

Tabla 2.4 Equipos de la Escuela-Taller.

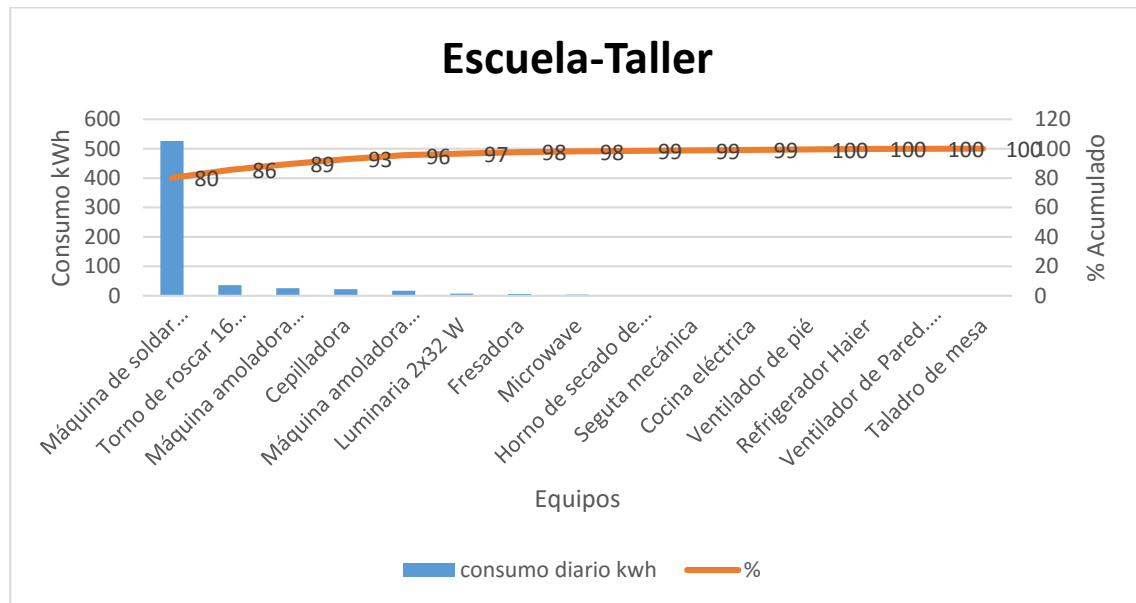


Figura 2.16 Diagrama de Pareto para la Escuela-Taller.

Como se observa en el gráfico anterior el uso significativo de la energía en la escuela son las máquinas de soldar, que consumen un 80% del consumo total de la escuela.

Como existe una gran gama de equipos en toda la empresa también se realizó el levantamiento de las cargas por tipo de equipo (Anexo 1), La figura siguiente muestra la estratificación del consumo eléctrico.

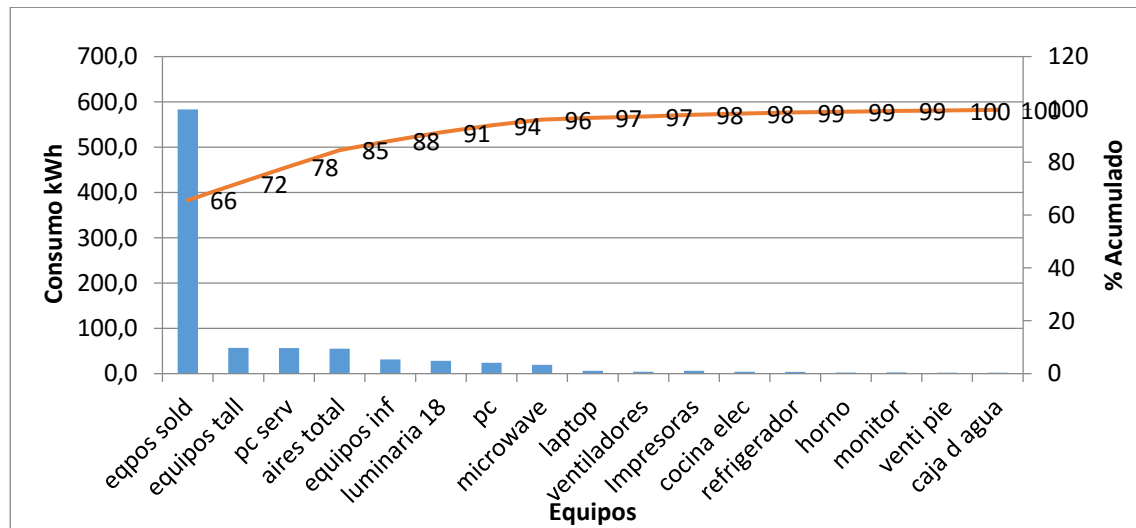


Figura 2.17 Diagrama de Pareto de los Equipos Eléctricos.

Como el taller de soldadura está en espera de una nueva asignación de carga y trabaja de forma esporádica se retiró del gráfico de estratificación anterior, obteniéndose la siguiente distribución.

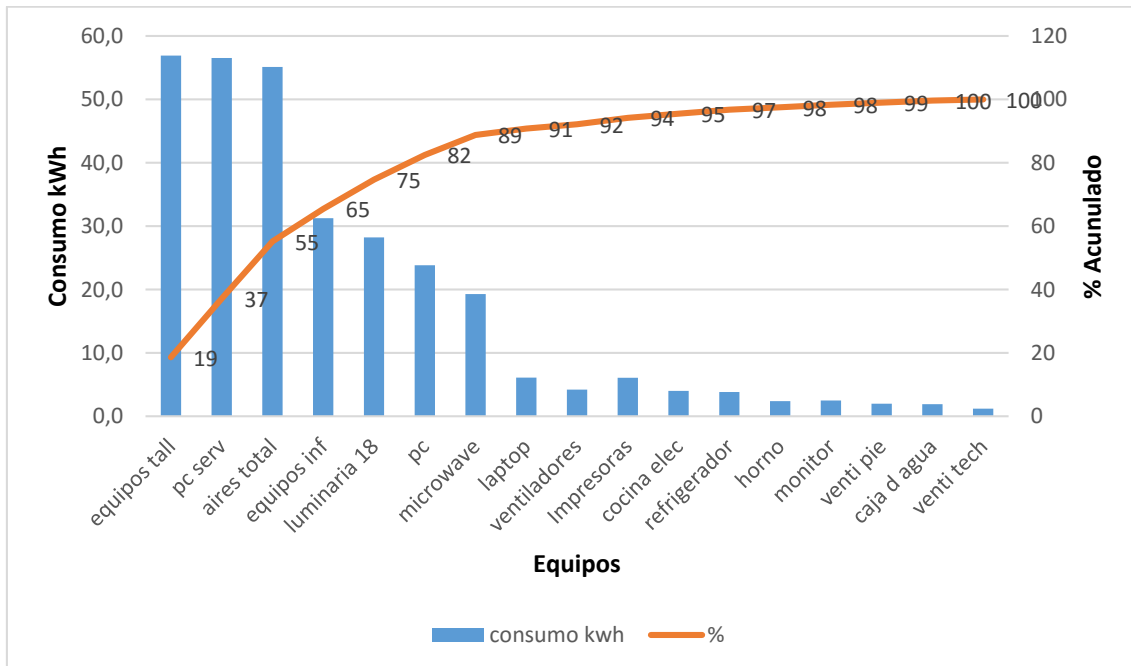


Figura 2.18 Diagrama de Pareto de los Equipos Eléctricos.

Se puede observar en el gráfico anterior que los mayores consumidores son los equipos del taller mecánico, los servidores informáticos que están encendidos las 24 horas del día, los aires acondicionados, los equipos informáticos de la red y las luminarias.

El funcionamiento de los equipos del taller mecánico es aleatorio, en función de las necesidades de mantenimiento y reparación del parque automotor fundamentalmente. No se cuenta con información fidedigna de la utilización de los mismos y por tanto se decidió no considerar este consumo como USEn en esta primera etapa del trabajo.

Los servidores, los equipos de la red informática y las PC se consideraron como equipos tecnológicos y su influencia en el consumo total se valoró asociado al mantenimiento de las condiciones de operación en los locales por medio de los equipos de acondicionamiento de aire y el sistema de iluminación, influenciados por variables climáticas.

2.7 Propuesta de Indicador de desempeño energético.

El indicador de desempeño energético (IDEn) que se propone, tiene como fin realizar el seguimiento, monitoreo y control del desempeño energético en la empresa.

El IDEn se basa en una función teórica que se construye mediante un gráfico de correlación de Consumo de energía vs. Producción. Como se expuso en epígrafes anteriores para el caso de la empresa en cuestión no existe una buena correlación entre estas variables, por lo que se propone considerar la variable Días Grado de Climatización (DG) que considera el efecto de la temperatura ambiente en las necesidades de climatización.

Para un día los Días Grado se determinan de la siguiente forma:

$$DG_{dia} = (T_d - T_{ref})$$

Para el mes se determina de la siguiente forma:

$$DG_{mes} = \sum DG_{dia}$$

Donde:

DG_{dia} -Días grado del día.

DG_{mes} -Días grado del mes.

T_d -Temperatura promedio para cada día del mes.

T_{ref} -Temperatura de referencia.

Para el presente estudio se obtuvo la información de los días grado de climatización del sitio web www.degreedays.net considerando la estación meteorológica con identificador MUCF, Cienfuegos (80,41W; 22,15N), y un rango de temperatura base o referencia entre 17 y 19 °C.

El mejor coeficiente de correlación se obtuvo para la temperatura base de 18,5 °C, tal y como se muestra en la siguiente gráfica:

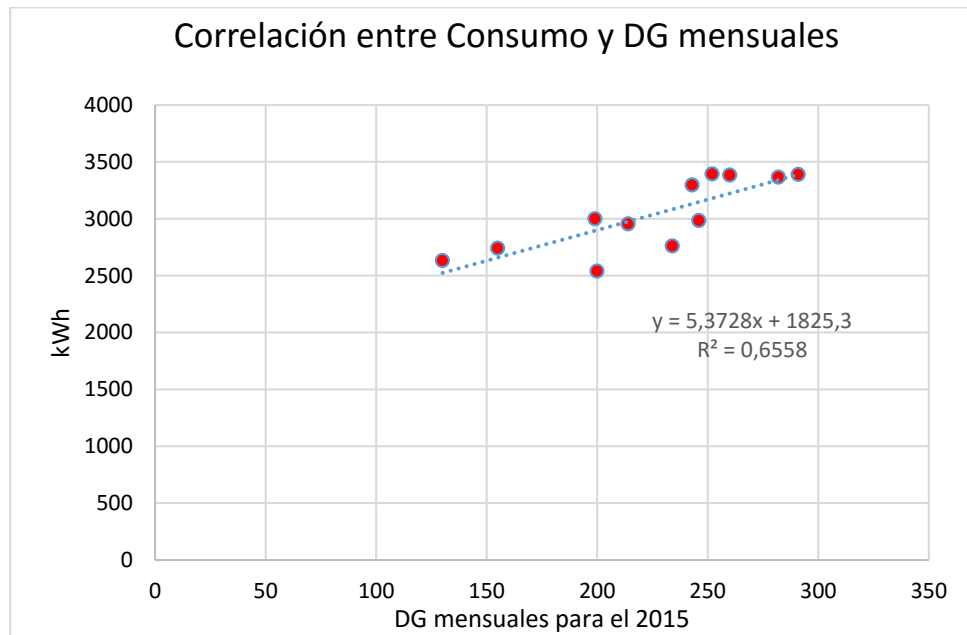


Figura 2.19 Gráfico de correlación del Consumo y los Días Grado para el año 2015.

No obstante, todavía no se alcanzan los valores del coeficiente de correlación necesarios ($r^2 < 0,75$), por lo que se explora otra opción considerando como variable independiente el producto de la Producción por los Días Grado de enfriamiento. La figura 2.20 muestra los resultados alcanzados.

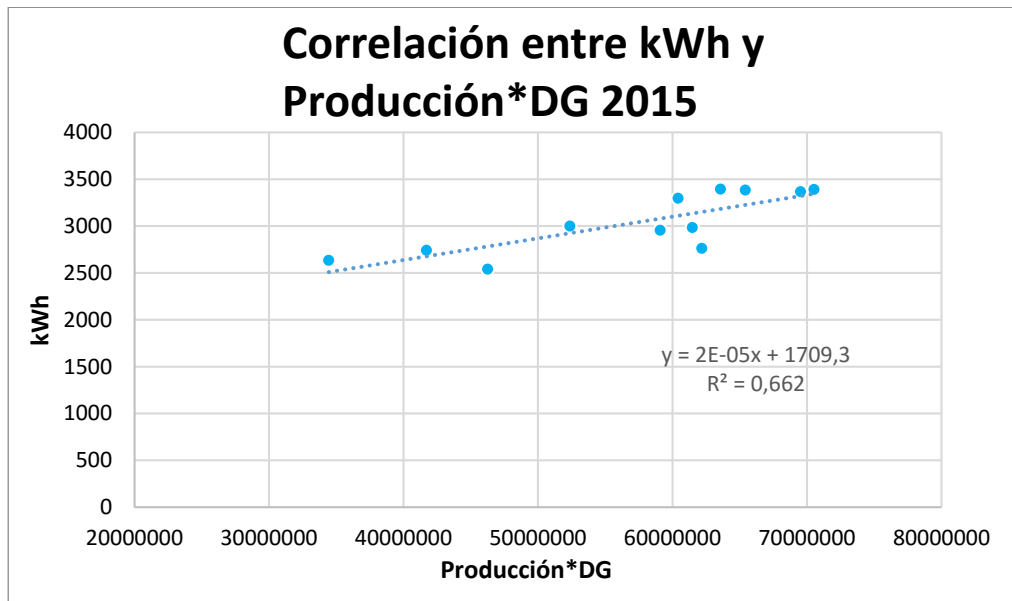


Figura 2.20 Gráfico de correlación del Consumo y la Producción*DG para el 2015.

Se puede observar en el gráfico anterior mejora la correlación obtenida entre las variables respecto al caso anterior. Aunque el valor de r^2 no llega a ser mayor que 0,75.

Continuando este proceso de identificación de las variables significativas se procede a utilizar otra herramienta estadística: la correlación multivariable. Para ello se utilizan los datos del año 2015 agrupados según la tabla siguiente:

Meses	Consumo	Producción	DG base 18,5
Enero	2741	211729,85	155
Febrero	2633	210009,24	130
Marzo	2954	227233,85	214
Abril	2984	211281,75	246
Mayo	2761	221301,31	234
Junio	3394	214033,87	252
Julio	3390	209283,58	291
Agosto	3366	211302,82	282
Septiembre	3384	215183,16	260

Octubre	3297	209045,28	243
Noviembre	2999	214639,29	199
Diciembre	2540	188051,18	200

Tabla 2.5 Datos del año 2015.

Utilizando la opción análisis de regresión del procesador Excel se obtienen los resultados siguientes:

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,830075948
Coeficiente de determinación r^2	0,689026079
r^2 ajustado	0,619920764
Error típico	197,8997084
Observaciones	12

Tabla 2.6 Resultados del análisis estadístico.

En estos resultados se observa que el r^2 mejora respecto al análisis anterior (0,68 > 0,66). Para conocer la influencia de cada variable se obtiene la información siguiente:

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	501,2667894	1379,275816	0,36342752	0,724675588
Producción	0,006388806	0,006512607	0,980990637	0,352230553
DG 18,5	5,240375443	1,240656252	4,223873804	0,002226668

Tabla 2.7 Resultados del análisis de las variables por regresión.

Aquí el dato más interesante es que la variable DG muestra un mejor comportamiento, dado que su estadígrafo P (probabilidad) es menor de 0,05 tal y como recomienda la literatura consultada. (Medición de indicadores ISO 50001).

EL modelo de regresión queda escrito entonces como:

$$\text{Consumo} = 501,266 + 0,006 \text{ Producción} + 5,240 \text{ DG}_{\text{Base } 18,5}$$

Esta ecuación representa gráficamente una superficie plana, para cuya representación gráfica se requiere un sistema tridimensional. Dadas las dificultades para su representación e interpretación y el hecho de que el coeficiente de correlación r^2 se mantiene prácticamente en el mismo rango, se propone entonces la utilización del Indicador de desempeño energético definido como:

$$IDEn = \frac{kWh}{Producción * DG_{18,5}}$$

2.8 Línea base energética y meta.

La línea base energética se define a partir del IDEn propuesto utilizando los datos del año 2015.

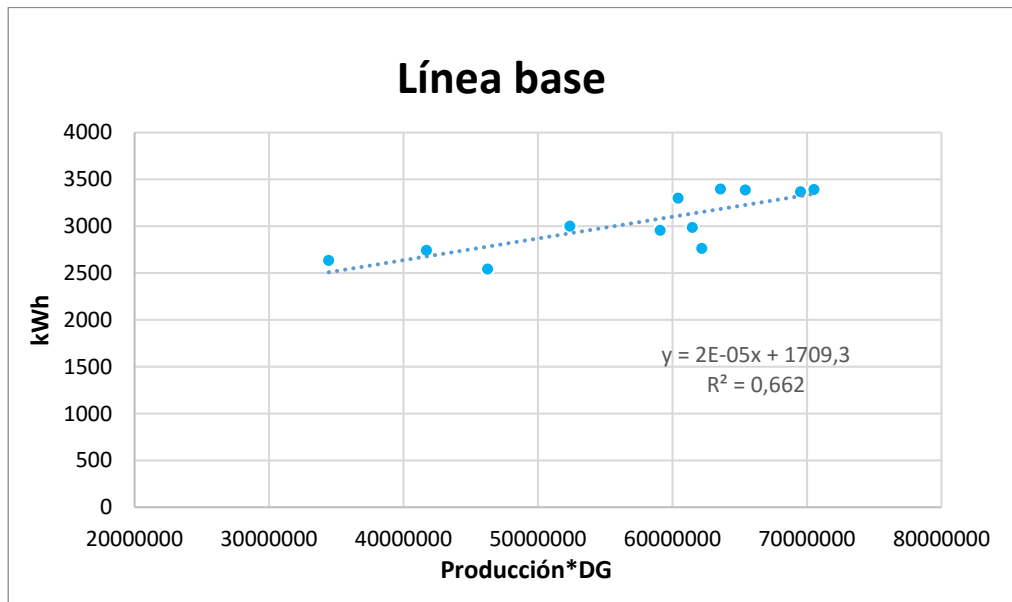


Figura 2.21 Gráfico que muestra la línea base.

El potencial de ahorro por ajuste de la variabilidad operacional del consumo de energía se obtiene a través de la línea energética meta. Esta nueva línea se obtiene a partir de la línea base representada en la figura anterior, correlacionando

los puntos que se encuentran debajo de dicha línea y desechando los que se encuentran por encima. En la Figura 2.22 se muestran las líneas base y meta.

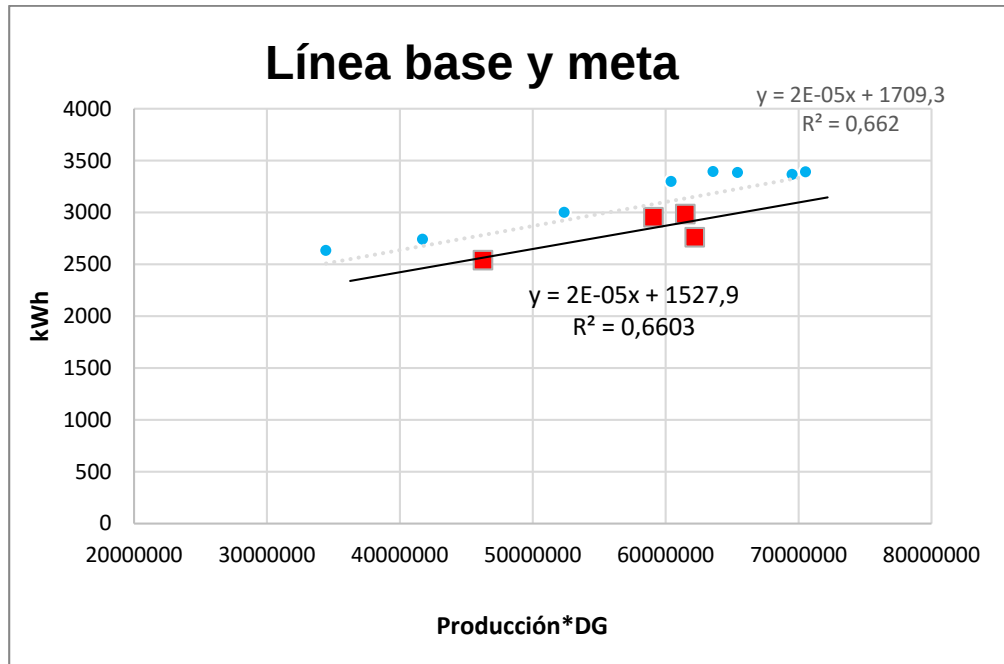


Figura 2.22 Línea de base energética y línea de base meta.

En la figura 2.24 se representa la función que permite controlar mensualmente el índice de desempeño que se obtiene a partir de la línea base energética de la figura 2.21. El uso de este grafico consiste en plotear el indicador de desempeño de cada mes contra la Producción*DG, si los valores de la curva están por debajo de la meta representa un buen desempeño y ahorro energético, pero si se encuentra por arriba es necesario realizar algunas correcciones.

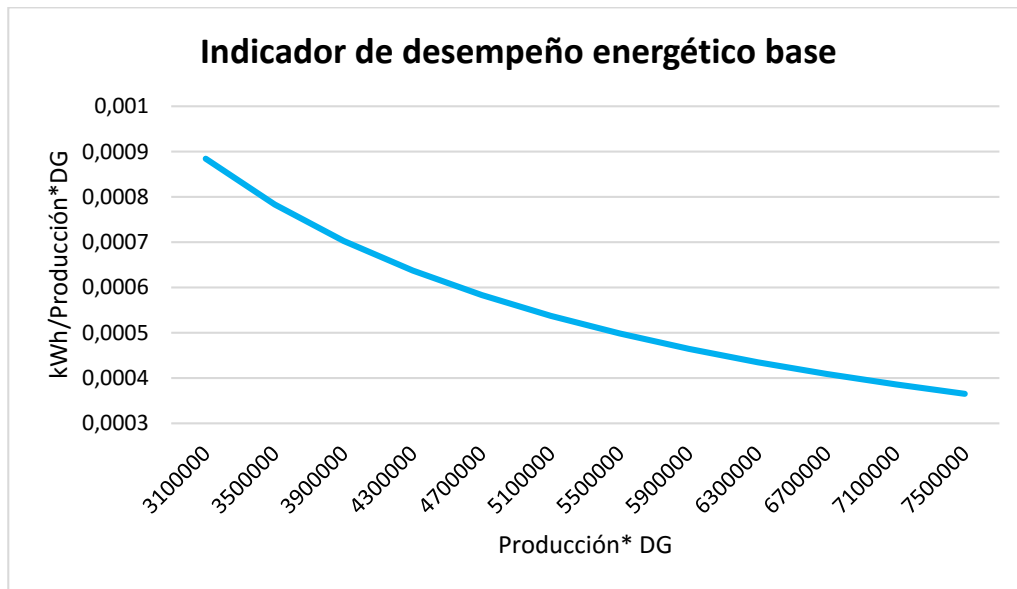


Figura 2.23 Indicador de desempeño energético base.

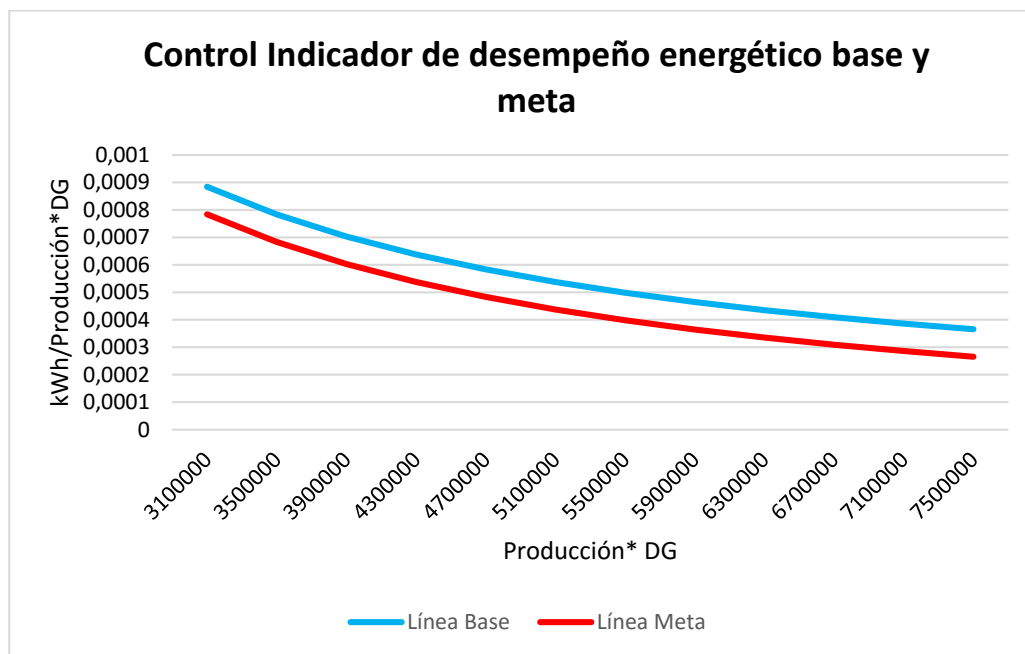


Figura 2.24 Indicador de desempeño energético meta y base.

Conclusiones parciales

1. La empresa CENEX utiliza como portadores energéticos principales la gasolina, el diésel y la energía eléctrica: Este último es el más significativo al representar el 78,70 % del consumo total, por lo que el estudio se centró en su análisis.
2. Se identificaron como Usos Significativos de la Energía los relacionados con el mantenimiento de las condiciones de operación en los locales tecnológicos (servidores y equipos de la red informática) por medio de los equipos de acondicionamiento de aire y el sistema de iluminación.
3. Se utilizaron diferentes herramientas estadísticas para la obtención de un Indicador de Desempeño Energético viable, entre ellas la estadística multivariable, y se estudió la influencia de variables climáticas como los Días Grado de Enfriamiento. El mejor valor de correlación se obtuvo para los Días Grados calculados con una temperatura de referencia de 18,5 °C.
4. Se propuso un nuevo IDEn definido como. $IDEn = kWh / (Producción * DG_{18,5})$. El mismo muestra un coeficiente de correlación $r^2 = 0,662$
5. A partir del IDEn propuesto se determinaron las líneas energéticas base y meta. El valor meta representa una disminución del 10,6 % respecto al valor base.

Capítulo 3: Oportunidades de mejora.

Cada día resulta más urgente la aplicación de medidas que conduzcan al ahorro de energía eléctrica. A nivel de empresa, para poder lograr reducciones de costos de producción que aumenten la rentabilidad y la competitividad; y, a nivel nacional, para reducir el consumo y la demanda, así como para utilizar más eficientemente la infraestructura de generación y transporte de la energía, de suerte que se requieran menores inversiones de capital en el sector eléctrico.

De acuerdo con los USEn identificados anteriormente se proponen las siguientes medidas de mejora:

1. Adecuación de la capacidad de los equipos de climatización a las necesidades reales.
2. Introducción de lámparas tipo LED en el sistema de iluminación.

3.1 Estudio para la adecuación de la capacidad de los equipos de climatización a las necesidades reales.

Para ello se realizó el cálculo comprobatorio de las cargas térmicas en las oficinas de mayores dimensiones y mayores equipos de climatización. Los cálculos de cargas son cruciales tanto para nuevos proyectos como para rehabilitaciones pues asegurarán tanto el confort como una operación eficiente, además de prevenir problemas debido a capacidades insuficientes o el costoso sobredimensionamiento de equipos.

Hacer un cálculo adecuado de las cargas térmicas permitirá mantener las condiciones ambientales requeridas en el interior de un recinto independientemente de cuales sean las condiciones en el exterior. Este es, en esencia, el objetivo de cualquier sistema de climatización o refrigeración.

Cuando se habla de carga térmica sobre un edificio se refiere a un fenómeno que tiende a modificar la temperatura interior del aire y su contenido en humedad. En este sentido se puede establecer una primera clasificación de las cargas térmicas según su incidencia:

- **Cargas térmicas sensibles:** Aquellas que van a originar una variación en la temperatura del aire.
- **Cargas térmicas latentes:** Las que van a originar una variación en la humedad absoluta del ambiente.

La carga térmica total de refrigeración (Q_{TOTAL}) de un local se obtiene de la siguiente expresión:

$$Q_{TOTAL} = Q_s + Q_l \text{ (W)}$$

Dónde:

Q_s Carga térmica sensible (W).

Q_l Carga térmica latente (W).

3.1.1 Determinación de las Cargas Térmicas.

Oficina de Economía

Temperatura interior: 24 °C

Humedad relativa: 50 %

Temperatura media

$$T_{med} = 28^{\circ}\text{C}$$

Temperatura máxima

$$T_{max} = 33^{\circ}\text{C}$$

Temperatura exterior:

$$T_e = 0.4 * T_{med} + 0.6 * T_{max}$$

$$T_e = 0.4 * 28 + 0.6 * 33$$

$$T_e = 31^{\circ}\text{C}$$

La temperatura exterior de cálculo (T_{ec}) se calcula a partir de la temperatura exterior de diseño (T_e) y de la orientación que tenga la instalación que se está considerando, a partir de la siguiente tabla:

Orientación	Temperatura exterior de cálculo (T_{ec}) en $^{\circ}\text{C}$
Norte	$0,6 \cdot T_e$
Sur	T_e
Este	$0,8 \cdot T_e$
Oeste	$0,9 \cdot T_e$
Cubierta	$T_e + 12$
Suelo	$(T_e + 15) / 2$
Paredes interiores	$T_e \cdot 0,75$

Tabla 3.1 Temperatura exterior para el local.

Orientación	Temperaturas
Tec_Norte	18,6
Tec_Sur	31
Tec_Este	24,8
Tec_Oeste	27,9
Tec_Cubierta	43
Tec_Suelo	23
Tec_paredes interiores	23,25

Tabla 3.2 Temperaturas exteriores reales para el cálculo de las cargas.

$$\text{Radiación solar} = 900 \text{ W/m}^2$$

Factor de corrección de radiación solar.

$$F = F_s[(1 - FM) * g_t + FM * 0,04 * U_M * \alpha]$$

$F_s = 0.93$ Factor de sombra del hueco o lucernario obtenido en función del dispositivo de sombra.

F_M -Fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de ventanas o la fracción de parte maciza en el caso de puertas.

g_t -Factor solar de la parte semitransparente del hueco o lucernario.

U_m -Transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario [$W/m^2 K$];

α -Absortividad del marco obtenida en función de su color.

$$g_t = 0,37$$

$$\alpha = 0.65$$

Según la NC 220-1 $U_{MARCO} = 2,8 W/m^2K$ para marco de aluminio.

$$F_M = A_{PARED} - A_{VENTANA}$$

$$F_M = 9,2 m^2 - 1,61 m^2$$

$$F_M = 7.59 m^2$$

$$F_{NORTE} = 0.64[(1 - 7.59) * 0,37 + 7.59 * 0,04 * 2,8 * 0.65]$$

$$F_{NORTE} = 1,20$$

Carga por radiación solar a través de cristal (Q_{sr}):

$$Q_{sr\ NORTE} = A * R * F_N$$

A -Área acristalada en m^2

R -Radiación solar

F- Factor de Corrección para la pared.

$$Q_{sr\ NORTE} = 1,61 * 900 * 1,20$$

$$Q_{sr\ NORTE} = 1748,8 W$$

Carga por transmisión y radiación a través de paredes y techos exteriores (Q_{str}):

$$Q_{str} = K_{bloque} * S_{ME1} * (T_{ec} - T_i)$$

K -coeficiente global de transmisión térmica [W/m²°C]

$$K_{bloque} \text{ NC220-1/2000 } 2,3 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

$$K_{techo} = 1,6 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

S_M -Superficie del muro expuesta a la diferencia de temperatura [m²].

$$S_{M \text{ NORTE}} = S_{total} - A_{ventanas} = 7,59 \text{ m}^2$$

$$S_{M \text{ SUR}} = 9,2 \text{ m}^2$$

$$S_{M \text{ OESTE}} = 13,8 \text{ m}^2$$

T_{ec} -Temperatura exterior de cálculo al otro lado del local [°C].

$$Q_{str \text{ NORTE}} = K_{bloque} * S_{ME \text{ NORTE}} * (T_{ec} - T_i)$$

$$Q_{str \text{ NORTE}} = 2,3 * 7,59 * (18,6 - 24)$$

$$Q_{str \text{ NORTE}} = 94,27 \text{ W}$$

$$Q_{str \text{ SUR}} = K_{bloque} * S_{ME \text{ SUR}} * (T_{ec} - T_i)$$

$$Q_{str \text{ SUR}} = 2,3 * 9,2 * (31 - 24)$$

$$Q_{str \text{ SUR}} = 148,120 \text{ W}$$

$$Q_{str \text{ OESTE}} = K_{bloque} * S_{ME \text{ OESTE}} * (T_{ec} - T_i)$$

$$Q_{str \text{ OESTE}} = 2,3 * 13,8 * (27,9 - 24)$$

$$Q_{str \text{ OESTE}} = 123,79 \text{ W}$$

$$Q_{str \text{ TECHO}} = K_{techo} * S_{ME1} * (T_{ec} - T_i)$$

$$Q_{str \text{ TECHO}} = 1,6 * 24 * (43 - 24)$$

$$Q_{str \text{ TECHO}} = 729,60 \text{ W}$$

$$Q_{\text{str TOTAL}} = 1095,8 \text{ W}$$

Carga por transmisión y radiación a través de paredes, techos, suelos, puertas y ventanas interiores (Q_{st}):

$$Q_{\text{st } 1} = K_{\text{bloque}} * S * (T_{\text{ec}} - T_i)$$

$$Q_{\text{st } 1} = 22,01 \text{ W}$$

$$Q_{\text{st PUERTAS}} = K_{\text{PUERTA}} * S_{\text{ME}} * (T_{\text{ec}} - T_i)$$

$$Q_{\text{st PUERTAS}} = 1,76 \text{ W}$$

$$Q_{\text{st TOTAL}} = 23,8 \text{ W}$$

Carga transmitida por infiltraciones de aire exterior (Q_{si}):

Densidad (kg/m ³)	1,18
Calor específico aire (kJ/kg)	1,012
Volumen habitación (m ³)	55,2
Cantidad de renovaciones x hora	1

Tabla 3.3 Datos del aire en la habitación.

Caudal:

$$Q = V * N_0$$

V: Volumen de la habitación.

No: Numero de renovaciones por hora.

$$Q = 55,2 \text{ m}^3 * 1 = 55,2 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 0,0153 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{\text{si}} = Q * \rho * C_e * (T_{\text{ec}} - T_i)$$

$$Q_{\text{si}} = 14,65 \text{ W}$$

Calor sensible por aportaciones internas (Q_{sal}):

Equipamiento

$$Q_{se} = 0,9 \text{ Pot}$$

$$Q_{se} = 2608,29 \text{ W}$$

Iluminación

$$Q_{si} = 1,25 \text{ Pot}$$

$$Q_{si} = 360 \text{ W}$$

Personas

$$Q_{sp} = N C_s$$

Donde:

N: Número de personas. (3 personas sentadas.)

Cs: Calor sensible 60 para una temperatura de 24°C

$$Q_{sp} = 3 * 60 = 180 \text{ W}$$

$$Q_{sai} = 3148,29 \text{ W}$$

Calor Sensible Total:

$$Q_{sens \text{ total}} = 6031,26 \text{ W}$$

Carga latente transmitida por infiltraciones y ventilación de aire exterior (Q_{si}):

$$Q_{li} = Q * \rho * C_{l \text{ agua}} * (W_{ext} - W_{int})$$

$$W_{ext} = 19,10 \text{ (humedad relativa exterior)}$$

$$W_{int} = 9,3 \text{ (humedad relativa interior)}$$

$$Q_{li} = 0.0153 * 2,257 * 1.18 * 9.8$$

$$Q_{li} = 0,40 \text{ W}$$

Carga latente por ocupación (Q_{lp}):

$$Q_{lp} = N C_l$$

Cantidad de personas – 3.

Calor latente (W/h) – 50.

$$Q_{lp} = 3 * 50 = 150 \text{ W}$$

Carga latente total (Q_{lt}):

$$Q_{lt} = Q_{lp} + Q_{li}$$

$$Q_{lt} = 150,40 \text{ W}$$

Carga total (Q_{tot}):

$$Q_{TOTAL} = Q_{lt} + Q_{sens \text{ total}}$$

$$Q_{TOTAL} = 6490,74 \text{ W} = 22133,42 \text{ BTU} = 1,844 \text{ TR}$$

De acuerdo con este resultado en la oficina de Economía la capacidad del equipo de aire acondicionado actual no es suficiente para lograr las condiciones de confort necesarias para el trabajo en la misma, ya que se necesitan 2 TR en este local y el equipo que está trabajando es de 1 TR.

Oficina METASOL

Temperatura interior: 24 °C

Humedad relativa: 50 %

Temperatura media

$$T_{med} = 28^{\circ}\text{C}$$

Temperatura máxima

$$T_{max} = 33^{\circ}\text{C}$$

Cargas	Valor (W)
--------	-----------

Q_{sr} NORTE	3877,88
Q_{sr} SUR	4192,07
Q_{str} NORTE	102,838
Q_{str} SUR	146,269
Q_{str} TECHO	912,00
Q_{st} 1	22,01
Q_{st} 2	25,392
Q_{st} PUERTAS	1,76
Q_{si} TOTAL	9,16
Q_{se}	2411,64
$Q_{silumin}$	360
Q_{sp}	240
Q_{sai}	3011,64
Q_{lp}	200

Tabla 3.4 Cargas sensibles y latentes calculadas para la oficina METASOL.

Cargas totales	Valor (W)
Q_{sr} TOTAL	8069,9
Q_{str} TOTAL	1161,1
Q_{st} TOTAL	49,2
Q_{sens} TOTAL	12301,02
Q_{lt} TOTAL	200,25
Q_{TOTAL}	13126,33

	3,730 TR
--	----------

Tabla 3.5 Cargas totales.

Igualmente, en la oficina METASOL los cálculos evidencian que la capacidad de los equipos actuales no es suficiente para lograr las condiciones de confort necesarias para el trabajo en la misma, ya que se necesitan 4 TR en este local y tiene instaladas 2 TR.

Salón de reuniones

Temperatura interior: 24 °C

Humedad relativa: 50 %

Temperatura media

$$T_{med} = 28^{\circ}C$$

Temperatura máxima

$$T_{max} = 33^{\circ}C$$

Cargas	Valor (W)
Q_{sr} NORTE	1748,77
Q_{sr} SUR	2610,07
Q_{str} NORTE	94,2678
Q_{str} SUR	96,278
Q_{str} ESTE	25,39
Q_{str} TECHO	729,60
Q_{st} 1	18,64
Q_{st} PUERTAS	3,53

$Q_{siTOTAL}$	7,32
Q_{se}	2312,1
$Q_{silumin}$	270
Q_{sp}	1200
Q_{sai}	3782,10
Q_{lp}	1000

Tabla 3.6 Cargas sensibles y latentes calculadas en el Salón de reuniones.

Cargas totales	Valor (W)
$Q_{sr TOTAL}$	4358,8
$Q_{str TOTAL}$	945,5
$Q_{st TOTAL}$	22,2
$Q_{sens TOTAL}$	9115,96
$Q_{lt TOTAL}$	1000,20
Q_{TOTAL}	10621,96
	3,018 TR

Tabla 3.7 Cargas totales.

En el caso del Salón de Reuniones también es necesario sustituir el equipo de climatización utilizado actualmente (de 2 TR) por otro de mayor capacidad ya que según los cálculos es necesario colocar al menos 3 TR para cumplir con los estándares requeridos.

En resumen: el estudio para la adecuación de la capacidad de los equipos de climatización a las necesidades reales evidencia que es necesario aumentar la capacidad de refrigeración instalada en los locales analizados en un total de 4 TR, lo que lógicamente repercutirá en el consumo energético futuro.

Al presentar estos resultados a los directivos de la empresa estos manifestaron la imposibilidad de enfrentar este proyecto en el futuro inmediato por tener priorizadas otras inversiones relacionadas directamente con los servicios ofrecidos y las dificultades para lograr la aprobación de incrementos del plan de energía eléctrica. Por estas razones, no se efectúa la valoración económica de este proyecto.

3.2. Introducción de lámparas tipo LED en el sistema de iluminación.

El sistema de iluminación es uno de los consumidores de energía eléctrica que no falta en ninguna empresa ya que es de suma importancia para la visión de los trabajadores y está entre las principales medidas de ahorro de cualquier entidad ya sea estatal o particular, por lo que se realizaron los cálculos para saber cuánto es el ahorro que representaría el cambio de las lámparas en la empresa CENEX.

Se efectuó el cálculo considerando el cambio de todas las lámparas actuales de 18 W por otra LED de 9 W, que ofrecen el mismo nivel de iluminación y color de la luz y no requieren adecuación alguna para su colocación en las luminarias actuales.

Equipo	Cantidad	Potencia W	Horas/día	Costo tarifa	Consumo kWh (día)	Costo monetario(inversión)
Luminarias 4x18 W	49	72	8	0,129*kWh	28,224	\$196.00

Luminarias						
LED 4x9	49	36	8	0,129*kWh	14,112	\$784.00
W						

Tabla 3.8 Propuesta de cambio de luminarias de 18 W por LEDs de 9 W.

Ahorro anual (\$)	489,70
Ahorro anual (kWh)	3796,12

Tabla 3.9 Ahorro económico y energético a obtener con el cambio de las luminarias.

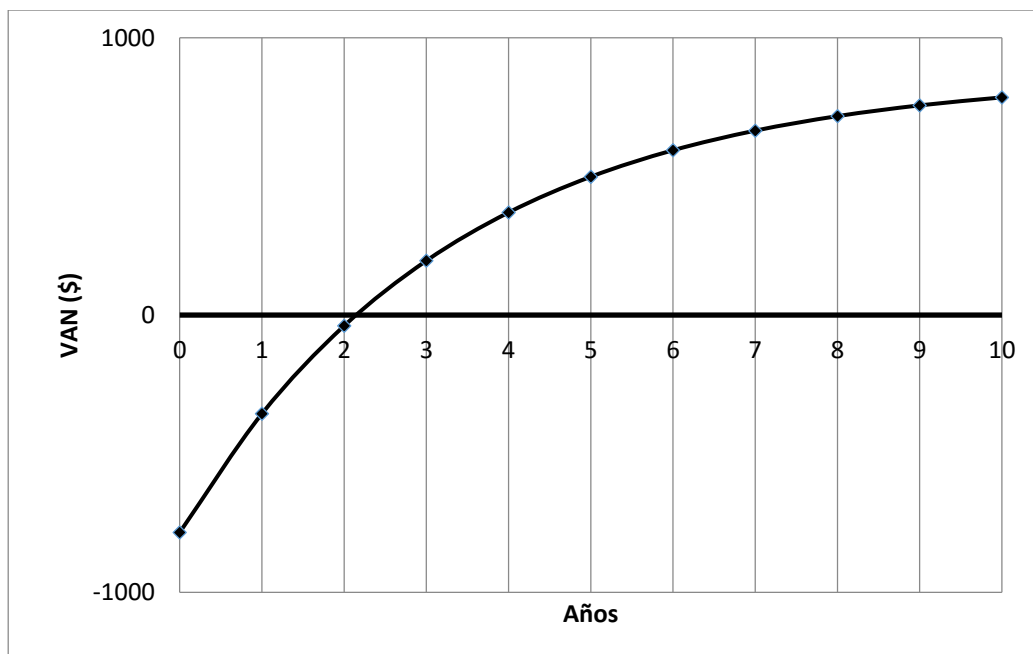


Figura 3.1 Valor Actual Neto.

Como se muestra en la gráfica la inversión para la sustitución de las lámparas fluorescentes por lámparas LED, se recupera en un período ligeramente superior a 2 años.

Conclusiones parciales.

1. El estudio para la adecuación de la capacidad de los equipos de climatización a las necesidades reales comprendió el análisis de las tres oficinas de mayores dimensiones y equipos de mayor capacidad: Economía, Metasol y Salón de Reuniones, a partir del cálculo de las cargas térmicas según la metodología de Carrier.
2. Los resultados del cálculo comprobatorio de cargas térmicas muestran que es necesario aumentar la capacidad de refrigeración instalada en los locales analizados en un total de 4 TR, lo que coincide con las quejas de los usuarios actuales.
3. Se evaluó la propuesta de mejora del sistema de iluminación de la empresa, el cual representa el 10% del consumo total de electricidad. La propuesta de mejora consistió en la sustitución de las lámparas fluorescentes de 18 W por otras LED de 9 W de potencia.
4. La valoración económica del proyecto de mejora del sistema de iluminación muestra como resultados un ahorro anual de 3796.12 kWh, con una inversión de \$ 784.00 que puede ser recuperada en un periodo aproximadamente de 2 años.

Conclusiones Generales.

1. La implementación de sistemas de gestión energética constituye un requerimiento del sistema empresarial enfocado en la consecución de un modelo de desarrollo sostenible, que permita satisfacer las necesidades energéticas de la generación actual y preservar las de las futuras generaciones.
2. La Empresa CENEX es una entidad dedicada a brindar servicios técnicos de inspección, ensayos y análisis de integridad a componentes estructurales, recipientes, tuberías y uniones soldadas y prestar servicios de entrenamiento y homologación a soldadores. La caracterización energética realizada muestra que no es una entidad energointensiva, consumiendo anualmente un promedio de 32 MWh de electricidad como portador energético principal.
3. Siguiendo los requisitos establecidos para la etapa de Planificación de la NC ISO 50001: 2011 se identificaron como Usos Significativos de la Energía los relacionados con el mantenimiento de las condiciones de operación en los locales tecnológicos (servidores y equipos de la red informática) por medio de los equipos de acondicionamiento de aire y el sistema de iluminación, se propuso un nuevo IDEn definido como $IDEn = kWh / (Producción * DG_{18,5})$ y se determinaron las líneas energéticas base y meta. El valor meta representa una disminución del 10,6 % respecto al valor base.
4. Se evaluaron dos proyectos de mejora del desempeño energético: la adecuación de la capacidad de los equipos de climatización a las necesidades reales y la propuesta de cambio del sistema de iluminación con la introducción de lámparas tipo LED.
5. Los resultados obtenidos constituyen elementos básicos para la futura implementación de un sistema de gestión energética basado en la NC ISO

50001:2011 en la empresa CENEX. Se utilizaron herramientas y procedimientos que contribuyen fundamentalmente al cumplimiento de requisitos establecidos en la etapa de Planificación.

Recomendaciones

1. Continuar el estudio para la obtención de un IDEn más representativo del proceso de la empresa, fundamentalmente a través de la caracterización de los servicios prestados (nivel de actividad) y sus implicaciones energéticas.
2. Actualizar los resultados obtenidos una vez que comience a funcionar la maquinaria del Taller de Soldadura, utilizando las herramientas y procedimientos referidos en el trabajo.
3. Valorar la Integración de los resultados de este estudio en el Sistema Integrado de Gestión de la empresa, que comprende la NC-ISO 9001: 2008. Sistema de Gestión de la Calidad. NC – ISO 18001: 2005 Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo y la NC-ISO 14 001: 2004: Sistema de Gestión Medio Ambiental.

Referencias Bibliográficas

Ahorro energético en el sector hotelero. (2016). Recuperado de <http://www.smarkia.com/es/blog/la-importancia-de-la-monitorizacion-energetica-en-hoteles>

Álvarez, M. A., Martínez, V. L., Pérez, C. y Valdés, R. (2013). Estudio energético del sistema de climatización del Centro Oftalmológico del Hospital Clínico Quirúrgico “Gustavo Aldereguia Lima.”

Borroto Nordelo, A. E., Monteagudo Yanes, J. P. (2006). *Gestión y Economía Energética*. Cienfuegos, Cuba: Editorial Universo Sur.

Borroto Nordelo, A. E. (2011). Los sistemas de gestión energética y la nueva norma internacional ISO 50001.

Borroto Nordelo, D. A. (2015). Implementación de Sistemas de Gestión Energética basados en la Norma ISO 50001.

Cabello, J., Sagastume, A., García, D., Cogollos, J., Hens, L. (2014). Bridging universities and industry through cleaner production activities.

Cabrera Gorrín, O., Borroto Nordelo, A., Monteagudo Yanes, J. (2004). Evaluación del indicador KWH/HDO de eficiencia eléctrica en instalaciones hoteleras cubanas. *Revista Retos Turísticos*.

Carpio, C. Coviello. (2013). Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: avances y desafíos del último quinquenio.

Carretero Peña, A. (2013). La contribución a la eficiencia energética de los sistemas de gestión y las auditorías energéticas. *Cumbre de Gestión*

Sostenible 2012.

Centro de Estudio de Energía y Medio Ambiente CEEMA. (2013). Experiencias Implementación NC- ISO 50001.

Consumo energético en edificios de oficinas. (2016). Retrieved from <http://www.smarkia.com/es/blog/medidas-para-mejorar-la-eficiencia-energetica-de-la-organizacion>

Eficiencia Energética. (2014). Retrieved from <http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?c=22&idm=159>

Fernández Pizat, J. F. (2011). *Determinación de índices de consumo en La Dirección Territorial de ETECSA en Cienfuegos*. (Trabajo de Diploma) Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos, Cuba.

García Galludo, M. (2013). Gestión Energética Integral de edificios.

González, L. I., Corchero, C. Cruz Zambrano, M. (2013). Sistema de gestión energético óptimo para edificios inteligentes con sistemas de generación renovable integrados.

Granda Ferriol. (2011). Análisis de criterios para la Implementación del Sistema de Gestión Energética ISO 50001 en organizaciones cubanas.

ISO 50001. (2011).

Jiménez Sosa, A. A. (2016). *Implementación de la etapa de planificación energética con base a la norma NC ISO 50001 Hotel Jagua Gran Caribe*. (Trabajo de Diploma) Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.

La importancia de la monitorización energética en hoteles. (2016). Retrieved from

<http://www.smarkia.com/es/blog/la-importancia-de-la-monitorizacion-energetica-en-hoteles>

Medidas de ahorro energético. (2016). Retrieved from [smarkia.com/es/blog/factura-indexada-pool-i-principales-caracteristicas](http://www.smarkia.com/es/blog/factura-indexada-pool-i-principales-caracteristicas)

Medidas para mejorar la eficiencia energética de la organización. (2016). Retrieved from

<http://www.smarkia.com/es/soluciones/smarkia50001/beneficios>

Modeling and identification of the cooling dynamics of a tropical island hotel. (2011, Diciembre). Retrieved from www.elsevier.com/locate/enbuild

Nodarse González, M. (2007). *Estudio para brindar recomendaciones generales para la articulación de un sistema de gestión energética de instalaciones turísticas sin afectar el confort*. (Trabajo de Diploma) Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos, Cuba.

Oldewurtel, F. A., Parisio, C. Jones, N., Morari, M., Gyalistras, D., Gwerder, M., Stauch, V., Lehmann, B, K. Wirth. (2010, June). Energy efficient building climate control using stochastic model predictive control and weather predictions.

Optima Grid. (2012). Buenas Prácticas para el ahorro de energía en la empresa. Retrieved from www.optimagrid.eu

Ortíz Morejón, H. J. (2016). *Realización de un Diagnóstico Energético de Nivel 1 en la "Sede Conrado Benítez"*. (Trabajo de Diploma) Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.

Peña Sklyar, O. (2011). *Integración del Sistema de Gestión Energética al Sistema de Gestión Cementos Cienfuegos SA*. (Trabajo de Diploma) Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos, Cuba.

Powell Sardison, I. (2015). *Herramienta De Gestión Para La Evaluación Del Desempeño Energético Del Hotel Meliá Guillermo*.

Sistema de normas de protección e higiene de la República de Cuba. (1999). *Instalaciones de Refrigeración y climatización*.

Stankovic, M. A. (2015). Improvement of energy efficiency in hospitality-towards sustainable hotel. Paper presented at IV International Symposium for Students of Doctoral Studies in the Fields of Civil Engineering, Architecture and Environmental Protection. Retrieved from http://www.npao.ni.ac.rs/files/542/Paper_PhIDAC_2012_Milojkovic_Nikolic_Stankovic_310b6.pdf
<http://www.degreedays.net>

Top 10 de Indicadores de Desempeño Energético (IDEns) por sectores de actividad. (2016). Retrieved from [SMARKIA.htm#main-content](http://www.smarmarkia.com)

Verhelst, C. (2012). *Model predictive control of ground coupled heat pump systems in office buildings*.

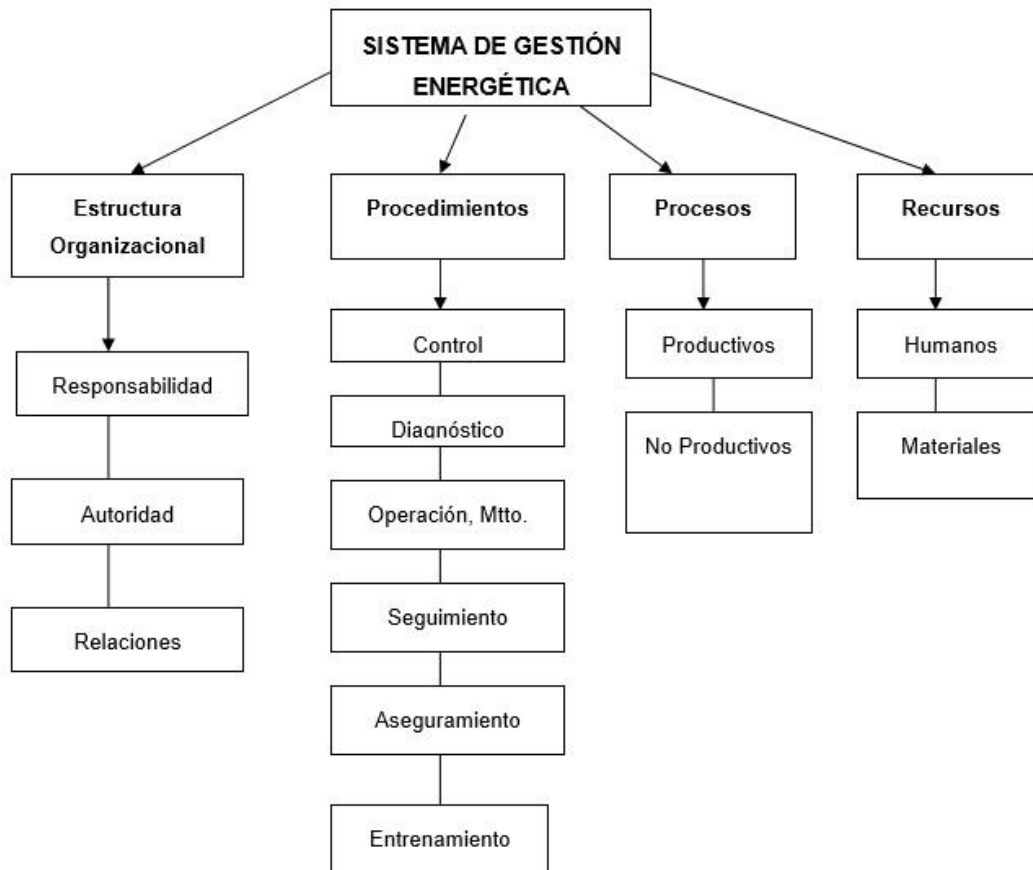
Wulfinghoff, R. D. (1999). *Manual Eficiencia Energética*.

Anexos

Anexo 1: Cargas por tipo de equipo.

Equipos	Potencia W	Horas	Consumo kWh
equipos soldadura	145830,3	4	583,3
equipos taller maquinado	28450	2	56,9
pc servidores	2355	24	56,5
aires total	15850	3,41	55,1
equipos red	1302	24	31,2
luminaria 18	3528	8	28,2
pc	2979,2	8	23,8
microwave	6432	3	19,3
laptop	762	8	6,1
Impresoras	6081,1	1	4,2
ventiladores	1056	4	6,1
cocina eléctrica	2000	2	4,0
refrigerador	160	24	3,8
monitor	310,5	8	2,4
horno	4800	0,5	2,5
Ventilador de pie	250	8	2,0
caja d agua	80	24	1,9
Ventilador de techo	150	8	1,2

Anexo 2: Estructura organizacional para la implementación de un sistema de gestión de la energía.



Anexo 3: Factor de sombra (FS).

NOTA: En caso de que exista un retranqueo, la longitud L se medirá desde el centro del acristalamiento.

ORIENTACIONES DE FACHADAS

		$0,2 < L/H \leq 0,5$	$0,5 < L/H \leq 1$	$1 < L/H \leq 2$	$L/H > 2$
S	$0 < D/H \leq 0,2$	0,82	0,50	0,28	0,16
	$0,2 < D/H \leq 0,5$	0,87	0,64	0,39	0,22
	$D/H > 0,5$	0,93	0,82	0,60	0,39
SE/SO	$0 < D/H \leq 0,2$	0,90	0,71	0,43	0,16
	$0,2 < D/H \leq 0,5$	0,94	0,82	0,60	0,27
	$D/H > 0,5$	0,98	0,93	0,84	0,65
E/O	$0 < D/H \leq 0,2$	0,92	0,77	0,55	0,22
	$0,2 < D/H \leq 0,5$	0,96	0,86	0,70	0,43
	$D/H > 0,5$	0,99	0,96	0,89	0,75

Anexo 4: Factor solar de la parte semitransparente (g_t).

Tipo de vidrio		Factor
Vidrio ordinario simple		1
Vidrio de 6 mm		0.94
Vidrio absorbente (% de absorción)	40-48	0.80
	48-56	0.73
	56-70	0.62
Vidrio doble ordinario		0.90
Vidrio triple		0.83
Vidrio de color:		
ámbar		0.70
rojo oscuro		0.56
azul oscuro		0.60
verde oscuro		0.32
verde grisáceo		0.46
opalescente claro		0.43
opalescente oscuro		0.37

Anexo 5: Absortividad del marco para radiación solar (α).

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	---
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	---
Negro	---	0,96	---

Anexo 6: Temperaturas en °C para el año 2015

Meses	Temperaturas °C			
	17	17,5	18	18,5
Enero	197	183	169	155
Febrero	164	153	141	130
Marzo	260	245	229	214
Abril	291	276	261	246

Mayo	281	265	250	234
Junio	297	282	267	252
Julio	337	322	306	291
Agosto	329	313	298	282
Septiembre	304	290	274	260
Octubre	289	274	258	243
Noviembre	244	229	214	199
Diciembre	246	231	215	200

Anexo 7: Cálculo del VAN en Excel.

A ños	VA N	Inversión inicial (k0)	(Flujo de caja (Fc))/((1+D)^ i)	Flujo de caja (Fc)	Ing res os	Ga sto s	Depre ciació n	Tasa de descuento real (D)	Tasa de impuesto por deuda (t)	(1+D) ^i
0	- 78 4	784								
1	- 35 6,0 0		428,01	428,01	489 ,70	0	78,40	0,35	0,15	1
2	- 38, 95		317,04	428,01	489 ,70	0	78,40	0,35	0,15	1,35
3	19 5,8 9		234,84	428,01	489 ,70	0	78,40	0,35	0,15	1,822 5
4	36 9,8 5		173,96	428,01	489 ,70	0	78,40	0,35	0,15	2,460 375
5	49 8,7 1		128,86	428,01	489 ,70	0	78,40	0,35	0,15	3,321 5062 5
6	59		95,45	428,01	489	0	78,40	0,35	0,15	4,484

	4,1 6				,70					0334 38
7	66 4,8 6		70,70	428,01	489 ,70	0	78,40	0,35	0,15	6,053 4451 41
8	71 7,2 4		52,37	428,01	489 ,70	0	78,40	0,35	0,15	8,172 1509 4
9	75 6,0 3		38,80	428,01	489 ,70	0	78,40	0,35	0,15	11,03 2403 77
1 0	78 4,7 7		28,74	428,01	489 ,70	0	78,40	0,35	0,15	14,89 3745 09