

*Universidad de Matanzas
Facultad de Ciencias Técnicas*



**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA
ACORDE A LA NORMA ISO 50001 EN EL HOTEL MUTHU PLAYA
VARADERO**

Trabajo de Diploma en Opción al título de Ingeniero Mecánico.

Autor:Dennys García Hernández

Tutor:Dr. C. Osvaldo Fidel García Morales

Matanzas, 2020

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Por medio de la presente declaro que soy el único autor de este trabajo de diploma y, en calidad de tal, autorizo a la Universidad de Matanzas «Camilo Cienfuegos» a darle el uso que estime más conveniente.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Miembros del Tribunal:

_____	_____	

Presidente	Secretario	Vocal

RESUMEN

En el sector hotelero el consumo de electricidad es significativamente alto, lo que hace necesario llevar un adecuado control. Por esta cuestión se lleva a cabo el siguiente estudio, que tiene como objetivo crear herramientas para la implementación de la NC-ISO 50001 en el hotel Muthu Playa Varadero. Se realizó un estudio energético para detectar los usos significativos de la energía, deficiencias y logros en el sistema de gestión de la energía. También se tiene en cuenta si el indicador de desempeño energético utilizado (HDO) es eficaz para el monitoreo del consumo eléctrico y se hace la propuesta de un nuevo indicador que cumpla los requisitos necesarios (TDT-DG). Con las herramientas creadas fue determinada la línea de base, la línea de meta y un potencial de ahorro de electricidad.

ABSTRACT

In the hotel sector the consumption of electricity is significantly high, which does necessary take an appropriate control. For this reason, it takes to end the following study that has as objective to create tools for the implementation of the NC-ISO 50001 in the Muthu Playa Varadero hotel. It was carried out an energy study to detect the significant energy users, deficiencies and attainments in the energy management system. Also keeps in mind if the energy indicator used (HDO) is effective for monitoring electric consumption and proposed a new energy indicator that fulfills the necessary requirements (TDT-DG). With the tools created determined the energy baseline, the energy goal baseline and a potential of economy of electricity.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	7
CAPÍTULO 1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	9
1.1 Eficiencia Energética y Medio Ambiente.....	9
1.2 Gestión Energética.....	12
1.3 Introducción a la NC-ISO 50001:2018 y sus beneficios.	15
1.4 Indicadores de Desempeño Energético (IDEn).	17
Capítulo 2. Materiales y métodos.....	23
2.1 Característica del Área de Estudio.....	23
2.2 Estudio energético de la instalación.	23
2.3 Obtención del HDO-DGE como indicador de desempeño energético.	24
2.4 Herramientas que permiten el monitoreo del consumo eléctrico.	24
2.5 Impacto económico del posible ahorro de energía eléctrica.....	33
Capítulo 3 Análisis de los Resultados.	34
3.1 Estudio energético de la instalación.	34
3.2 Determinación de la temperatura base y del IDEn DGE-HDO.....	36
3.3 Determinación de la línea base energética.	38
3.4 Herramientas que permiten el monitoreo del consumo eléctrico.	41
3.5 Impacto económico del posible ahorro de energía eléctrica.....	46
Conclusiones.....	47
Recomendaciones.	48
Referencias Bibliográficas.....	49
Anexos.....	54

INTRODUCCIÓN

El sector hotelero en el país tiene gran demanda de consumo eléctrico, lo que hace que cada día se busque la forma de monitorear y poder controlar dicho consumo. Para poder realizar esto se hace necesario utilizar el indicador de desempeño energético (IDEn) correcto. Una mala selección del IDEn puede llevar a que la entidad correspondiente no pueda establecer como es el comportamiento de la electricidad en dicha empresa.

El siguiente estudio se realiza en el hotel Muthu Playa Varadero, que busca implementar la NC ISO 50001; pero para poder realizar su objetivo, primeramente, la instalación tiene que cumplir los requisitos que se establecen en dicha norma.

De lo que se deriva el siguiente *problema de la investigación*:

¿Cómo implementar correctamente un sistema de gestión energética acorde a la norma ISO 50001 en el hotel Muthu Playa Varadero?

Para resolver este problema se plantea la siguiente *hipótesis*:

La aplicación de herramientas contribuirá con una correcta implementación de un sistema de gestión energética acorde a la ISO 50001.

Objetivo general: Desarrollar herramientas para la gestión de la energía en el Hotel Muthu Playa Varadero.

Objetivos específicos:

Estudio bibliográfico sobre la temática

Realizar una revisión energética en la instalación.

Analizar la eficacia del indicador de desempeño energético existente en el hotel.

Localizar las áreas del hotel con mayores usos significativos de la energía.

Evaluar el impacto económico ante la disminución del consumo eléctrico del hotel.

CAPÍTULO 1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En el presente capítulo se hará referencia al análisis de las bibliografías existentes tras una amplia búsqueda y selección de la misma para el cumplimiento de las diversas temáticas a desarrollar, dicho análisis aportará el desarrollo teórico para lograr dar cumplimiento al objetivo trazado para la elaboración de la siguiente investigación.

1.1 Eficiencia Energética y Medio Ambiente.

La eficiencia energética es un requisito indispensable para lograr la eficiencia y calidad en las entidades de producción y prestación de servicios al ser la energía un componente importante en los gastos económicos, entendida como la eficiencia en la producción, distribución y uso de la Energía necesaria para garantizar calidad total, es parte del conjunto de problemas que afectan la competitividad de las empresas o instituciones.

Además, que la eficiencia energética y el ahorro deben ser concebidos desde el diseño de la instalación, nuevos equipos y medios que se construyan o importen. Requiere de sistematicidad en su atención, dedicación, rigor y creatividad. Implica además 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.

Los principales problemas que afectan el ahorro y la eficiencia energética están relacionados con (Quintana, 2013)

- Insuficiente análisis de los índices de eficiencia energética.
- Desconocimiento de la incidencia de cada portador energético en el consumo total.
- Falta de identificación de los índices físicos y su ordenamiento por prioridad.
- Falta de identificación de los trabajadores que más inciden en el ahorro y eficiencia energética.

- Insuficiente divulgación de las mejores experiencias.
- Falta de información en los sistemas estadísticos.
- No apreciación de la eficiencia energética como una fuente de energía importante.
- Desconocimiento de variables meteorológicas que influyen en el consumo de los portadores energéticos.

Los procesos de producción y uso de la energía constituyen la causa fundamental del deterioro ambiental. Sus impactos se producen en todas las fases, desde la extracción de combustibles o la construcción de un embalse, hasta el uso final de la energía, pasando por los procesos de conversión, almacenamiento y distribución de los portadores energéticos. (Borroto, 2006)

Según un reporte del Servicio de Investigación del Congreso de los Estados Unidos, el incremento de la eficiencia energética es la principal forma de reducir las emisiones actuales de CO₂. (Cún Romero, 2011)

El contenido de CO₂ en la atmósfera es el principal factor desencadenante del efecto invernadero, que se traduce en un aumento de la temperatura ambiental, lo cual ocasionaría cambios apreciables en el planeta. Existen diversos modelos matemáticos que permiten predecir estos cambios; en algunos casos se plantea que dentro de 50 años el contenido de CO₂ en la atmósfera aumentará en un 30 %, lo que provocará un incremento de la temperatura entre 1.66 y 4.4 °C. Otros investigadores plantean que a los ritmos actuales de emisiones, si no se toman las medidas necesarias y prima el criterio económico en la selección de las fuentes de energía, el contenido de CO₂ pudiera duplicarse para el año 2030, lo que provocaría un incremento de la temperatura en 2.5 °C. (Quintana, 2013)

Esta situación trae graves consecuencias entre las cuales se encuentran: aumento del nivel del mar, alteración de los regímenes de precipitación, aumento de tormentas e inundaciones, corrimiento de las zonas climáticas hacia los polos, daños irreversibles a la biodiversidad del planeta al producirse la pérdida de ecosistemas.

1.1.1 Desarrollo Energético Sostenible.

El previsible agotamiento de los combustibles fósiles y el daño irreversible que se ocasiona al medio ambiente, exige la adopción de nuevas estrategias en materia de energía, como base de un modelo de desarrollo sostenible, que permita satisfacer las necesidades energéticas de la generación actual y preservar las posibilidades para que las futuras generaciones puedan también encontrar soluciones para satisfacer las suyas. Un modelo que posibilite mejorar la calidad de la vida con más y mejores servicios energéticos, que distribuya más equitativamente los beneficios del progreso económico, pero de una forma racional que permita respetar y cuidar las comunidades de seres vivos, no sobrepasar los límites de la capacidad del planeta para suplir fuentes de energía y asimilar los residuos de su producción y uso; un modelo que posibilite, en definitiva, integrar el desarrollo y la conservación del medio ambiente.

De modo que para lograr la sostenibilidad energética se deben satisfacer las necesidades de energía actuales, sin poner en riesgo la satisfacción futura de dichas necesidades. Es un estado de seguridad energética y equilibrio con el medio que lo sustenta. (Borroto,2006)

Las bases para lograr un desarrollo energético sostenible son la sustitución de las fuentes de energía y la eficiencia energética.

Con relación a esta temática Anibal E. Borroto y Jose P. Monteagudo plantean que las bases de la política energética para lograr un Desarrollo Sostenible deben estar conformada por tres direcciones principales:(Borroto,2006)

1. Elevación de la eficiencia energética, fomentando una cultura de uso racional de la energía, eliminando esquemas de consumo irracionales, implementando sistemas de gestión energética efectivos, utilizando equipos de alta eficiencia, reduciendo la intensidad energética en los procesos industriales, aprovechando las fuentes secundarias de bajo potencial, utilizando sistemas de cogeneración y trigeneración, y empleando, en general, la energía de acuerdo a su calidad.

2. Sustitución de fuentes de energía, por otras de menor impacto ambiental, en particular por fuentes renovables, tales como energía solar, energía eólica, energía geotérmica, hidroenergía, biomasa, energía de los océanos, etc.

3. Empleo de tecnologías para atenuar los impactos ambientales, o tecnologías limpias, como son los sistemas depuradores de gases de combustión o las tecnologías de gasificación del carbón en ciclos combinados con turbinas de gas.

1.2 Gestión Energética.

Desde hace ya algunos años, la Gestión Energética y los Sistemas de Gestión de Energía constituyen la herramienta fundamental para optimizar el uso y consumo de energía.

La gestión energética tiene como objetivo principal lograr un uso más eficiente de la energía, para minimizar su consumo y los gastos asociados a esta, sin reducir los niveles de producción, ni la calidad del producto o servicio y sin afectar la seguridad o los estándares ambientales.

La gestión de la energía consiste en realizar una serie de acciones organizativas, técnicas y de comportamiento, económicamente viables, tendientes a mejorar el desempeño energético de las organizaciones. La gestión de la energía implica que hay que prestar atención a la energía de manera sistemática con el objetivo de mejorar continuamente el desempeño energético de la organización y de mantener las mejoras logradas. Es la base que asegura que las organizaciones recorran constantemente el ciclo consistente en elaborar políticas (incluyendo la evaluación de los objetivos), planificar acciones, implementarlas y verificar sus resultados, revisar las mejoras obtenidas, y actualizar las políticas y los objetivos, de acuerdo con sus necesidades (McLaughlin, 2013).

Características de la gestión energética según Prias (2012):

- Permite caracterizar el desempeño energético de una empresa mediante indicadores que relacionan la producción con el consumo energético para identificar la energía no asociada a la producción y las acciones para disminuir la tendencia del consumo improductivo.
- Buenas prácticas operacionales en el manejo y operación de equipos, la planeación de la producción, el mantenimiento entre otros factores relacionados con la productividad.

- La identificación de oportunidades y responsabilidades en la compra de equipos por su desempeño y consumo energético.
- La gestión del recurso humano en relación con los cambios de hábitos, y la formación de una cultura organizacional desde la junta directiva en el nivel estratégico hasta el nivel operativo, entre otras áreas de la empresa.

1.2.1 Situación y Gestión energética en Cuba.

Cuba no escapa a la desfavorable situación energética mundial. La matriz energética cubana es dependiente de los combustibles fósiles. Más del 95% de su electricidad se obtiene a través de hidrocarburos y sus derivados, que se extrae principalmente en la región norte entre La Habana y Matanzas (Felipe, 2017). Aun así, esto solo cubre poco más de la mitad de las necesidades. El resto del petróleo que requiere la economía del país se importa a partir de acuerdos con la República Bolivariana de Venezuela en el marco de PetroCaribe. Ganar en independencia energética constituye una prioridad para el país.

Al triunfar la Revolución solo la mitad de la población cubana tenía acceso a la energía eléctrica. Actualmente el nivel de electrificación es de casi el 100%, lo que es un extraordinario logro técnico, económico y político, que sitúa a Cuba en una posición privilegiada con relación a otros países en desarrollo.

En ese sentido, se han encaminado un grupo de proyectos referidos a la posibilidad de utilizar la energía renovable, principalmente la eólica, la solar y la biomasa, con el fin de obtener para el 2030 que la matriz eléctrica del país cuente con un 24% proveniente de esas fuentes (Riverón, 2017).

En Cuba los beneficios al mercado nacional por la elevada afluencia de turistas extranjeros contrastan con los niveles de portadores energéticos aprobados al Ministerio del Turismo para la actividad hotelera, por los organismos rectores de la planificación nacional, sobregirándose en los planes presupuestados por el Estado con el objetivo de alcanzar la máxima calidad.

Es importante abordar el tema de la gestión energética en Cuba ya que, en el país, más que en cualquier otro, es ineludible mejorar el control de los recursos energéticos, así como hacer un uso mucho más racional y eficiente de los mismos, lo que representa un mejoramiento continuo de la eficiencia y de la competitividad en las empresas.

La economía cubana sufre de las embestidas de la crisis en el suministro energético, lo cual se extiende en mayor o menor grado en todos los sectores de la actividad económica. En virtud de las prioridades asignadas a las empresas exportadoras y a los servicios sociales básicos, en cuanto al suministro energético, el impacto sobre el resto de las empresas es severo. Esta situación obliga a la dirección del país a tomar medidas y programas para enfrentar esta crisis, cuyo alcance es global y sectorial.

1.2.2 Sistema de Gestión Energética.

El sistema de gestión energética es la parte del sistema de gestión empresarial de una organización dedicado a desarrollar e implementar su política energética, así como a gestionar aquellos elementos de sus actividades, productos o servicios que interactúan con el uso de la energía (Correa et al., 2014). Los sistemas de gestión de la energía son aplicables a cualquier tipo y tamaño de organización y para ello se establecen requisitos que estas deben cumplir, por lo que pueden ser implementados de acuerdo a sus necesidades y capacidades, considerando todos los tipos de energía (ONURE, 2014).

La implementación de un sistema de gestión de la energía no es un objetivo en sí mismo. Lo que importa son los resultados del sistema: la mejora en el desempeño energético gracias a la atención cotidiana al factor energía. El funcionamiento del sistema de gestión de la energía depende de la voluntad de la organización para gestionar el uso y los costos de la energía, y para hacer los cambios necesarios en sus operaciones cotidianas para facilitar estas mejoras y así reducir costos (Mclaughlin, 2013). Solo es posible obtener resultados significativos y perdurables en la gestión energética mediante el mejoramiento continuo y que la administración de la energía constituya una prioridad para la dirección de la organización.

Para iniciar la implantación de un SGEN no es preciso contar con tecnología de punta, basta con poder medir todas las variables energéticas que caracterizan a la organización y que esta muestre deseos de mejorar continuamente su desempeño energético.

Un sistema de gestión energética incluye todas las actividades de la función gerencial que determinan la política, los objetivos y las responsabilidades para la mejora continua del desempeño energético de la empresa, a través de la planificación, control, aseguramiento y mejoramiento del propio sistema (Borroto,2006).

La gestión energética implica monitoreo, registro, evaluación y acción correctiva continua sobre los equipos, áreas, procesos y personal clave, para mejorar una selección de los indicadores de desempeño energético.

1.3 Introducción a la NC-ISO 50001:2018 y sus beneficios.

Esta segunda edición anula y sustituye a la primera edición (ISO 50001:2011) que ha sido revisada técnicamente

La Organización Internacional de Normalización (ISO) publicó la norma ISO 50001:2018 el 28 de agosto de 2018 en el Centro Internacional de Conferencias de Ginebra (CICG). Es una herramienta muy útil para cualquier organización que decida mejorar su modelo de consumo energético y que desee hacerlo conforme a un plan correctamente elaborado.

La traducción certificada de la Norma Internacional ISO 50001: 2018 Energy management systems — Requirements with guidance for use es adoptada como Norma Nacional idéntica con la referencia NC-ISO 50001: 2019. (ONN, 2019)

El período de transición para los certificados existentes es de tres años, esto significa que antes del 20 de agosto de 2021, todos los certificados deberán pasar a la norma ISO 50001:2018 para garantizar su continuidad. Después del período de transición, los certificados de la versión 2011 dejarán de ser válidos. Los organismos de certificación deben dejar de realizar auditorías de acuerdo con ISO 50001:2011 18 meses después de la fecha de publicación.

Los cambios principales en comparación con la edición previa son los siguientes:

— adopción de los requisitos de ISO para las normas del sistema de gestión, incluyendo la estructura de alto nivel, texto básico idéntico, y términos comunes y definiciones, para asegurar un alto grado de compatibilidad con otras normas de los sistemas de gestión;

— integración de apoyo con los procesos de gestión estratégicos;

— aclaración del lenguaje y estructura del documento;

— mayor énfasis en el rol de la alta dirección;

— los términos y definiciones del Capítulo 3 han sido actualizados y colocados en orden de contexto;

— inclusión de nuevas definiciones, incluyendo la mejora del desempeño energético;

— aclaración de las exclusiones de los tipos de energía;

aclaración de la "revisión energética";

— normalización de los indicadores de desempeño energético [IDEn(s), del inglés: Energy Performance Indicator] y de las líneas de base energética asociadas [LBEn(s), del inglés, Energy Baseline];

— adición de detalles en el plan de recopilación de datos de energía y los requisitos relacionados (anteriormente el plan de medición de la energía);

— aclaración del indicador de desempeño energético (IDEn) y del texto de la línea de base energética (LBEn) con el fin de proporcionar una mejor comprensión de estos conceptos.

El objetivo de este documento es permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos para mejorar continuamente el desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía. Este documento especifica los requisitos de un sistema de gestión de la energía (SGEn) para una organización. La implementación exitosa de un SGEn apoya la cultura de mejora del desempeño energético, que depende del

compromiso de todos los niveles de la organización, en especial, de la alta dirección. En muchos casos, esto implica cambios culturales dentro de la organización.

La implementación eficaz de este documento proporciona un enfoque sistemático para la mejora del desempeño energético que puede transformar la manera en la que las organizaciones gestionan la energía. Al integrar la gestión de la energía a la práctica del negocio, las organizaciones pueden establecer un proceso de mejora continua del desempeño energético. Mejorar el desempeño energético y los costos de energía asociados, puede permitir que las organizaciones sean más competitivas. Además, la implementación puede permitir que las organizaciones alcancen los objetivos generales de mitigación del cambio climático, mediante la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía.

1.4 Indicadores de Desempeño Energético (IDEn).

Un indicador de desempeño energético (IDEn) es un valor cuantitativo, medible que refleja la eficiencia, el uso y el consumo de la energía del elemento donde se define, permite evaluar su cambio respecto a la línea de base y puede medirse y seguirse en el tiempo. Los IDEn son aquellos que se establecen con el fin de realizar un seguimiento, monitoreo y control del desempeño energético de determinado proceso, área o equipo (Riverón Puga, 2017). La organización debe identificar los IDEn apropiados para realizar el seguimiento y la medición de su desempeño energético. La metodología para determinar y actualizar los IDEn debe documentarse y revisarse regularmente.

Los IDEn se utilizan con el propósito de (A. Borroto Nordelo, 2013):

- Evaluar el desempeño energético en un período actual con respecto a un período de referencia (línea base) y determinar ahorros o sobreconsumos de energía.
- Pronosticar el consumo de energía en un período futuro.

En hoteles no hay uniformidad en las marcas establecidas de los indicadores y solo en el caso del portador agua existe similitud. El resto de los indicadores se ha establecido sobre bases empíricas, y en la práctica estas marcas se encuentran funcionando como parámetros

fijos sin que se hayan realizado estudios minuciosos en cada hotel ni se haya validado su efectividad para caracterizar la eficiencia energética de los hoteles (García et al., 2016).

Para el análisis de la eficiencia energética a nivel empresarial se utilizan diferentes indicadores: índices de consumo, índices de eficiencia e indicadores económico-energéticos. En el sector hotelero se utilizan con mucha frecuencia el índice de gastos energéticos vs. ingresos, los índices de consumo por habitación día ocupada (kWh/HDO, m³/HDO), así como índices de consumo por unidad de área construida (kWh/m²-año). El indicador gastos energéticos vs. ingresos, si bien es un indicador global integrador y útil, el mismo no permite evaluar los resultados específicos en cuanto a eficiencia en la utilización de los energéticos, ni permite diagnosticar y corregir las causas que puedan provocar su deterioro (Cabrera et al., 2004).

Estudios precedentes han señalado la influencia de otros factores, no relacionados con la ocupación del hotel, sobre el consumo de energía eléctrica, lo cual limita la utilización del índice de consumo kWh/HDO para la implementación de un sistema efectivo de monitoreo y control energético, así como su aplicación en la evaluación de las mejoras energéticas en periodos diferentes (Cabrera et al., 2004).

Un análisis de la efectividad de un índice de consumo para caracterizar la eficiencia energética de una instalación o un proceso se puede realizar determinando la correlación que existe entre el consumo de energía y la variable que expresa el nivel de producción o de servicio. Para que un índice de consumo sea válido debe existir una correlación significativa entre el consumo de energía y la variable con la cual se relaciona este. La literatura especializada establece que para que un índice sea válido como indicador de eficiencia energética el coeficiente de determinación R² entre las variables relacionadas en el índice debe ser igual o mayor que 0,75 (Cabrera et al., 2004). Se considera que indicadores con una correlación R² > 0,6 son indicadores potenciales, y aquellos con R² > 0,8 son indicadores potencialmente fuertes (Álvarez-Guerra et al., 2016).

La relación existente entre la energía consumida (E_c) y las habitaciones día ocupadas (HDO) no garantiza la adecuada efectividad de este indicador, dado que el coeficiente de

determinación R2 de los modelos de regresión generados son menores al 75% y no explican adecuadamente las variaciones de la Ec respecto a las HDO (Rosa et al., 2017).

Aunque varios estudios han demostrado que los parámetros como el nivel de ocupación y las condiciones climáticas influyen fuertemente el consumo energético, la mayoría de los indicadores de eficiencia energética discutidos en literatura no consideran la temperatura exterior. Estos indicadores se enfocan en la correlación del consumo de energía con diferentes parámetros operacionales en forma mensual o anual, lo que limita la posibilidad para gestionar y controlar el consumo de energía sobre una base diaria e impiden una detección más rápida de las ineficiencias y la aplicación de las medidas correctivas necesarias (Álvarez-Guerra et al., 2016). La temperatura y la humedad del aire ambiente son determinantes en la carga térmica que debe vencer el equipo de climatización e influyen además en su eficiencia.

Según Cabrera et al. (2004) los elementos que afectan la validez del actual índice de consumo son no tomar en consideración en el índice la influencia de la temperatura ambiente sobre el consumo de electricidad del sistema de climatización. Considerar habitaciones de diferentes tamaños y consumos energéticos como iguales a los efectos del índice y no considerar la influencia de otros servicios que presta el hotel y que tienen alto consumo energético.

Una instalación hotelera que funcione eficientemente, desde el punto de vista energético, debe consumir entre el 5 y el 7% de sus ingresos para cubrir los gastos energéticos, indicador que varía en función del tipo de hotel y la categoría que ellos posean, así como del tipo de servicio a prestar. En Cuba, en las cadenas Cubanacán, Gran Caribe, Islazul y Horizontes, este indicador oscila entre el 8 y el 16% pudiendo llegar hasta el 20% en hoteles que tienen una infraestructura muy atrasada y bajos niveles de comercialización (Cabrera et al., 2004).

1.4.1 Días-Grado de Enfriamiento.

Los Días-Grados o Grados-Días (DGE) se pueden definir como los requerimientos de calentamiento o enfriamiento necesarios para alcanzar la zona de confort, acumulados en

un cierto período de tiempo (Fuentes, 2010). Son la sumatoria para todos los días de un período convencional de tiempo, de los valores positivos de la diferencia entre la temperatura media diaria y una temperatura de referencia, comúnmente llamada temperatura base (tb)(EPA, 2014) (Rodríguez et al., 2018).

El consumo de energía de edificios depende, en la mayor parte de las condiciones climáticas fuera de este (Lindelöf, 2016). Uno de los factores de mayor relevancia en el consumo eléctrico es la temperatura (Hitchin, 2015) sobre todo en países cálidos donde el gasto de electricidad depende de las condiciones climáticas (Riverón Puga, 2017).

Los Grados-Día (también citado como Días-Grado) es un parámetro importante a considerar para la definición de las estrategias de diseño, los requerimientos de climatización (natural o artificial) y por lo tanto la demanda de energía de una edificación. Los Grados-Día se pueden definir como los requerimientos de calentamiento o enfriamiento (en grados centígrados o Kelvin), necesarios para alcanzar la zona de confort, acumulados en un cierto período de tiempo (generalmente un mes, aunque podrían ser semanales, o incluso horarios) (Fuentes Freixanet, 2010).

El consumo de energía en los hoteles depende fundamentalmente de la temperatura externa. Cuando existe una mayor temperatura externa aumenta también los consumos de energía, por la necesidad de utilizar la climatización. Estudios realizados en las condiciones de Cuba han demostrado que el consumo de energía eléctrica destinado a la climatización puede elevarse hasta un 40% en los meses de mayor temperatura ambiente (julio y agosto principalmente) con relación a los meses de menor temperatura, siendo la diferencia de temperatura entre los meses fríos y cálidos de aproximadamente 13°C. (Borges et al., 2011).

Los GDE son muy utilizados actualmente en los indicadores de producción de hoteles. Sin embargo, el Ministerio de Turismo en Cuba (MINTUR) no tiene en cuenta los GDE (Riverón Puga, 2017). Varios estudios han demostrado la necesidad de utilizar también este IDEn junto a HDO para lograr una mayor correlación, como es el caso de (Riverón Puga, 2017),(A. Borroto Nordelo, 2013),(Guerra Plasencia, y otros, 2016).

1.4.2 Línea de Base Energética.

La línea base permite describir el consumo de energía de un equipo, área o proceso con un nivel de confianza y precisión adecuada. Según Carretero y García (2012) y Campos (2013):

- Una línea de base energética refleja un período especificado.
- Una línea de base energética puede normalizarse utilizando variables que afecten al uso o al consumo de la energía, por ejemplo, nivel de producción, grados-día (temperatura exterior), etc.
- La línea de base energética también se utiliza para calcular los ahorros energéticos, como una referencia antes y después de implementar las acciones de mejora del desempeño energético.

El período especificado o período base es el que cubre la influencia de las variables significativas sobre el consumo de energía. Debido a que en este estudio hay influencia de las estaciones del año el período tomado es anual.

La organización debe establecer la línea de base energética a partir de los resultados de la revisión energética. Esta constituye la referencia a partir de la cual se medirá la evolución del desempeño energético de la organización (Monteagudo et al., 2016).

El indicador y las líneas de base definidas se implementan en una metodología de cuatro pasos:

1. Evaluar la eficacia del sistema actual para controlar y planificar el consumo total de energía. Esto tiene como objetivo evaluar la correlación entre el consumo de energía y el valor de referencia utilizado para calcular el IDEn de años anteriores o en forma mensual y diaria.
2. Proponer un IDEn que asegure una buena correlación del consumo de energía y el valor de referencia. El IDEn debe ser bastante simple de implementar y basarse en los datos comunes manejados por el personal técnico de hotel. Como referencia para controlar el

consumo, una línea energética meta se establece también, junto con los gráficos de control del consumo de electricidad (diarios y mensuales) que permiten controlar las variaciones diarias y mensuales del IDEn.

3. Validar las herramientas propuestas mediante la previsión del consumo de energía y simular el comportamiento del IDEn propuesto con los datos de años anteriores para comparar el consumo previsto con el real y evaluar la eficacia del IDEn.

4. Aplicar las herramientas para evaluar los resultados en base mensual y anual.

Según Campos (2013), deben realizarse ajustes en la línea de base cuando los IDEn ya no reflejan el uso y el consumo de energía de la organización; si se han realizado cambios importantes en los procesos, patrones de operación, o sistemas de energía; o si así lo establece un método predeterminado. La línea de base debe mantenerse y registrarse.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.

En este capítulo se mostrarán las herramientas utilizadas por el autor para la realización del estudio energético de la instalación, así como las ecuaciones necesarias para determinar los DGE.

2.1 Característica del Área de Estudio.

El Hotel Muthu Playa Varadero pertenece a la cadena hotelera Gran Caribe con un contrato de administración y operada por la cadena Muthu. Fue inaugurado el 14 de agosto de 1999 con categoría de cuatro estrellas, brinda servicios de Todo Incluido.

El mismo se encuentra situado en Carretera “Las Morlas”, Km. 12 ½, a 40 Km. del Aeropuerto Internacional de Varadero, en la primera línea de playa y colindando por el Sur con la avenida autopista, por el Este con el Hotel Turquesa y por el Oeste con el Hotel Arenas Doradas. Ocupa un área total aproximada de 80000 m², de ellos 25 000 m² de estructura arquitectónica y el resto de área verde y césped. El Hotel consta de 385 habitaciones distribuidas en 2 bloques de 5 niveles, 192 habitaciones en el Bloque I “Sirena” y 193 habitaciones en el Bloque II “Carey”.

En el hotel los principales portadores energéticos son la electricidad, el agua y el gas licuado. Como la electricidad es la que presenta el mayor por ciento del gasto total es en la que se centra más la atención.

2.2 Estudio energético de la instalación.

Para la revisión energética de la instalación se procederá a realizar el levantamiento de cargas para determinar los equipos que presentan mayor consumo eléctrico por áreas.

Este censo servirá para la elaboración del diagrama de Pareto que permite determina el 20% de los equipos y áreas que consumen aproximadamente el 80% de los distintos tipos de energía utilizadas en los procesos y para realizar el diagrama energético productivo de la empresa (Prías Caicedo & Campos Avella, 2013).

Para realizar el diagrama de Pareto se deberá determinar el porcentaje que representa cada área analizada del consumo total de la energía eléctrica consumida. Luego se realizará una suma acumulativa de dichos porcentajes para ubicarlos en un gráfico donde se pueda observar las principales áreas que consumen el 80% de la energía eléctrica.

También se realizarán encuestas al personal del hotel para ver en qué nivel se encuentra la entidad con respecto a la aplicación de la NCISO 50001.

2.3 Obtención del HDO-DGE como indicador de desempeño energético.

Para la obtención del indicador de desempeño energético HDO-DGE, es necesario tanto el cálculo de los grados días de enfriamiento (DGE), como de la temperatura base (Tb). Para el cálculo de los DGE y de la Tb se utilizó la metodología de (Krese et al., 2011),

$$DGE = \sum_{i=1}^n (T - T_b) \quad (1)$$

Dónde:

n (número de días del mes analizado),

T (temperatura media diaria),

Tb (temperatura base).

Luego multiplicando el valor de DGE por HDO se obtuvo el indicador HDO-DGE.

$$HDO-DGE = HDO * DGE \quad (2)$$

Para el desarrollo del método de los DGE es necesario determinar la Tb, tal como se aprecia en la expresión 1. Para el cálculo de la Tb, se tuvo en cuenta el método de la línea de operación, por considerarse más práctico en cuanto a la disponibilidad de datos.

2.4 Herramientas que permiten el monitoreo del consumo eléctrico.

Para establecer un SGE_n, es necesario llevar a cabo un análisis de los consumos energéticos, caracterizar energéticamente la empresa y finalmente evaluar los beneficios económicos que puede proporcionar dicho sistema. Para todo ello, se hace necesaria la

utilización de herramientas que permitan analizar la tendencia del consumo energético de la empresa respecto a períodos anteriores y monitorear el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. A continuación, se presentan las herramientas más utilizadas para establecer un SGE.

Diagrama de Pareto.

Diagrama de Dispersión y Correlación.

Gráficos de Control.

Gráfico de Consumo y Producción en el Tiempo.

Diagrama de Consumo – Producción (E vs P).

Indicador de Tendencia de Desempeño Energético (CUSUM).

Indicador de Desempeño Energético Base 100.

Diagrama Índice de Consumo - Producción (Ic vs P).

2.4.1. Diagrama de Pareto.

El diagrama de Pareto es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite mostrar gráficamente el principio de Pareto o regla 80-20 que identifica el 20% de las causas que provocan el 80% de los efectos. El principal uso que tiene el elaborar este tipo de diagrama es para poder establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización. Evaluar todas las fallas y saber si se pueden resolver o si se pueden evitar.

Presentan la información en orden descendente en unidades y en por ciento. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total (Serna, 2010).

Una vez identificada la causa general aplicando el diagrama de Pareto, es necesario encontrar la causa particular del efecto, aplicando sucesivamente Pareto a estratos más

profundos de la causa general. La estratificación es el método de agrupar datos asociados por puntos o características comunes pasando de lo general a lo particular. (Serna, 2010)

2.4.2. Diagrama de Dispersión y Correlación.

Otra herramienta para establecer un SGEN es el diagrama de dispersión y correlación. Un diagrama de dispersión o gráfico de dispersión es un tipo de diagrama matemático que utiliza las coordenadas cartesianas para mostrar los valores de dos variables para un conjunto de datos. Los datos se muestran como un conjunto de puntos, cada uno con el valor de una variable que determina la posición en el eje horizontal y el valor de la otra variable determinado por la posición en el eje vertical.

Su objetivo es mostrar si existe correlación entre dos variables y qué carácter tiene esta. Si existe un parámetro que se incrementa o disminuye de forma sistemática se le denomina parámetro de control o variable independiente y habitualmente se representa a lo largo del eje horizontal (eje de las abscisas). La variable medida o dependiente usualmente se representa a lo largo del eje vertical (eje de las ordenadas). Si no existe una variable dependiente, cualquier variable se puede representar en cada eje y el diagrama de dispersión mostrará el grado de correlación entre las dos variables.

Un diagrama de dispersión puede sugerir varios tipos de correlaciones entre las variables con un intervalo de confianza determinado. La correlación puede ser positiva (aumento), negativa (descenso), o nula (las variables no están correlacionadas). Se puede dibujar una línea de ajuste o de tendencia con el fin de estudiar la correlación entre las variables. Una ecuación para la correlación entre las variables puede ser determinada por procedimientos de ajuste. Para una correlación lineal, el procedimiento de ajuste es conocido como regresión lineal y garantiza una solución correcta en un tiempo finito.

2.4.3. Gráficos de Control.

Una herramienta útil en estos análisis son los gráficos de control, que no son más que diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable (en este caso el consumo de electricidad) en función de ciertos límites establecidos.

Se usan como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto “Ichikawa”, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones. Su importancia consiste en que la mayor parte de los procesos productivos tienen un comportamiento denominado normal, es decir existe un valor medio del parámetro de salida muy probable de obtener, y a medida que nos alejamos de este valor medio la probabilidad de aparición de otros valores de este parámetro cae bruscamente si no aparecen causas externas que alteren el proceso, hasta hacerse prácticamente cero para desviaciones superiores a tres veces la desviación estándar (3σ) del valor medio (Monteagudo y Geovany, 2005).

El gráfico (Fig. 1) consta de la línea central y las líneas límites. Los datos de las variables cuya estabilidad se quiere evaluar se sitúa sobre el gráfico. Si los puntos situados se encuentran dentro de los límites de control superior (11) e inferior (12), entonces las variaciones proceden de causas aleatorias y el comportamiento de la variable en cuestión es estable. Los puntos fuera de los límites tienen una pauta de distribución anormal y significa que la variable tuvo un comportamiento inestable. Investigando la causa que provocó la anomalía y eliminándola se puede estabilizar el proceso (Borroto y Monteagudo, 2006).

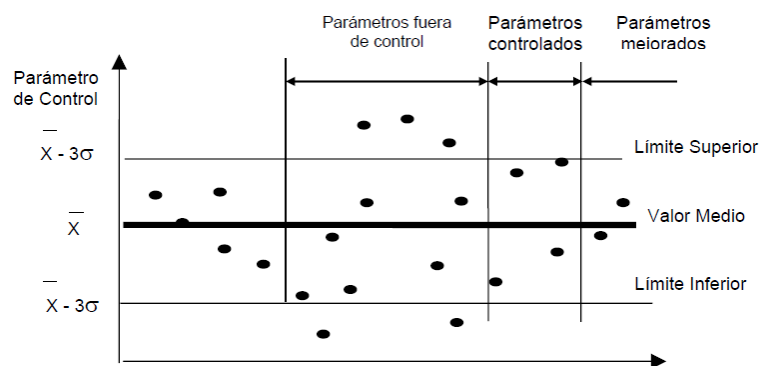


Fig. 1 Gráfico de control. Fuente: [Borroto y Monteagudo \(2006\)](#).

Fórmulas para calcular el límite de control superior (LCS) y el límite de control inferior (LCI).

$$LCS = \bar{x} + 3\sigma \quad (11)$$

$$LCI = \bar{x} - 3\sigma \quad (12)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (13)$$

Dónde:

\bar{x} es la media aritmética o promedio de los consumos eléctricos para el año;

σ es la desviación estándar, que es una medida del grado de dispersión de los datos, o sea, qué tan alejados están estos con respecto al valor promedio (13);

n es el tamaño de la muestra de datos.

La utilidad de los gráficos de control es conocer si las variables evaluadas están bajo control o no, conocer los límites en que se puede considerar la variable bajo control, identificar los comportamientos que requieren explicación e identificar las causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos, y conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos (Monteagudo y Geovany, 2005).

2.4.4 Gráfico de Consumo y Producción en el Tiempo (E-P vs T).

El gráfico de consumo y producción en el tiempo consiste en un gráfico que muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada en el tiempo. El gráfico se realiza para cada portador energético importante de la empresa y puede

establecerse a nivel de empresa, área o equipos (A. E. Borroto Nordelo & Monteagudo Yanes, 2006).

El objetivo de la utilización de este gráfico es para determinar comportamientos anómalos en la variación del consumo energético con respecto a la producción. También se busca poder determinar las causas o factores que produzcan cambios significativos entre la producción y el consumo.

2.4.5 Gráfico de Consumo - Producción (E vs P).

El gráfico de E vs. P puede realizarse por tipo de portador energético, y por áreas, considerando en cada caso la producción asociada al portador en cuestión. Por ejemplo: una fábrica de helados graficará el consumo de combustible o electricidad versus las toneladas de helados producidas, mientras que en un hotel turístico se puede graficar el consumo de electricidad o de gas versus los cuartos-noches ocupados (A. E. Borroto Nordelo & Monteagudo Yanes, 2006).

Este diagrama determina si el indicador es válido, debido a que muestra el nivel de correlación existente entre los componentes de un indicador de acuerdo con lo establecido en la (Tabla.1). Permite establecer nuevos indicadores. Determina cuantitativamente el nivel de energía no asociada a la producción (fig.2) y por consiguiente el potencial de ahorro mediante la expresión (3).

$$E=mP+E_0 \quad (3)$$

Donde: E (consumo de energía en el período seleccionado), P (producción asociada en el período seleccionado), m (pendiente de la recta), E_0 (intercepto o energía no asociada a la producción), mP (energía utilizada en el proceso productivo).

Tabla.1. Criterio de confiabilidad para determinar el nivel de correlación.

Un criterio de confiabilidad de los datos de la muestra es el siguiente:

Valor R2	Relación E y P
0 – 0,04	Despreciable
0,04 – 0,16	Débil
0,16 – 0,49	Moderada
0,49 – 0,8	Fuerte
0,8 – 1	Muy Fuerte.

Fuente: (Prías Caicedo & Campos Avella, 2013), pág. 60, tabla 6

Para determinar el potencial de ahorro en un gráfico de dispersión se traza la línea base de energía con el consumo de energía mensual vs el indicador de producción. Posteriormente se utilizan los puntos que quedan ubicados por debajo de la línea base para trazar la línea meta, que representa el consumo que quiere lograr en el lugar donde se realiza el estudio. Luego restando los interceptos (E_0) de las dos líneas se obtiene el potencial de ahorro. Esta metodología es la propuesta por (Campos, 2012).

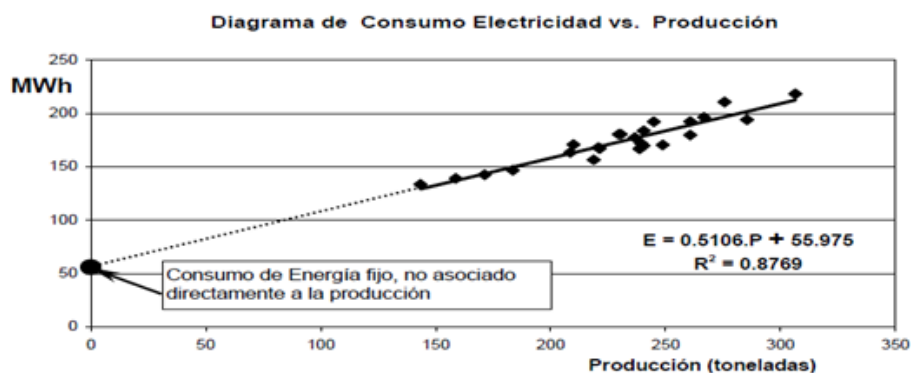


Fig.2. Ejemplo de Diagrama E vs P. Fuente: (Boroto Nordelo & Monteagudo Yanes, 2006), pág. 60

2.4.6 Gráfico de Tendencia o Suma Acumulada.

Este gráfico se utiliza para monitorear la tendencia de la empresa en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un período base de comparación dado. A partir de este gráfico también puede determinarse cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha consumido en exceso con relación al comportamiento del

período base hasta el momento de su actualización (Borroto Nordelo & Monteagudo Yanes, 2006).

Para realizar la suma acumulada se debe seleccionar un período base, tener la ecuación (3) para este período con un coeficiente de correlación significativo, recopilar los datos de E y P para el intervalo de tiempo a analizar y ubicarlos como en la (Tabla 2)

Tabla de valores de tendencia

Período (día, mes, año)	E_a	P_a	$E_T = m \times P_a + E_o$	$E_a - E_T$	Suma acumulativa [[$(E_a - E_T)_i + (E_a - E_T)_{i-1}$]

Tabla.2. Tabla de valores de tendencia. Fuente: (Borroto Nordelo & Monteagudo Yanes, 2006), pág. 69

Donde:

E_a – energía consumida en el período actual

P_a – producción realizada asociada a E_a , en el período actual.

E_T – energía consumida en el período base si la producción hubiera sido igual a la del período actual, P_a .

m , E_o – pendiente y energía no asociada directamente al nivel de producción de la ecuación de ajuste de la línea recta obtenida para el período seleccionado como base.

$(E_a - E_T)$ – diferencia entre la energía consumidos en el período actual y la que se hubiera consumido en el período base para igual producción.

Suma acumulativa - se acumula la suma de las diferencias. Es una suma algebraica (si un valor es negativo y otro positivo se resta). El primer período no tiene suma acumulativa; este coincide con el valor de la diferencia $E_a - E_T$.

Luego de rellenar la tabla 2 se realiza un gráfico donde en el eje de coordenadas y se ubica la suma acumulativa y en el eje de coordenadas x se colocan los meses correspondientes a cada valor de suma acumulativa.

2.4.7 Indicador de Eficiencia Base 100 (IDB 100).

El indicador base 100 es una herramienta de gestión del área energética, el cual permite comparar el comportamiento de los resultados de consumo energético medidos en un proceso durante un periodo operativo, respecto a los valores de consumo energético base o de tendencia del mismo, tomando como referencia de cumplimiento un valor adimensional de 100, matemáticamente se define como (DEL PILAR CASTRILLON, JANETH GONZÁLEZ, & CIRO QUISPE, 2013) :

$$IDB_{100} = \frac{E_T \cdot 100}{E_r} \quad (6)$$

Donde:

E_T (energía teórica consumida),

E_r (energía real consumida),

IDB_{100} (indicador de base 100, expresado en %).

Para realizar este gráfico primeramente se calcula IDB 100 y en un gráfico de líneas se ubican los datos obtenidos para cada mes. Luego se traza una línea que represente el 100 % del indicador de eficiencia base 100 para el mismo período que se halló IDB 100. Ya representadas las dos líneas en el gráfico se podrá comparar como se desempeña dicho indicador en la instalación.

2.4.8 Diagrama Índice de Consumo - Producción (Ic vs P).

El gráfico de IC vs P, se realizó después de haber obtenido el gráfico de E vs. P y la ecuación número 3 con un nivel de correlación significativo ($R^2 > 0,75$). La metodología usada en la confección del diagrama fue la de (Borroto Nordelo & Monteagudo Yanes, 2006). El índice de consumo está definido por la siguiente expresión:

$$IC = \frac{E}{P} \quad (5)$$

Transformando la ecuación número 3 en función del índice de consumo se obtiene la expresión.

$$IC = m + \frac{E_0}{P} \quad (6)$$

Para construir este gráfico primeramente se debe hallar el coeficiente de índice de consumo (IC) que se calcula mediante la ecuación (5). Luego en un gráfico de dispersión se traza la curva utilizando los pares de datos (E/P, P).

2.5 Impacto económico del posible ahorro de energía eléctrica.

Para determinar el posible ahorro económico para el hotel lo primero que se realizó fue calcular el costo promedio del costo del kW/h para el hotel en los años 2018 y 2019, que fueron los utilizados como base para el estudio, mediante la ecuación (7).

$$\frac{\text{Energía eléctrica facturada (CUC)}}{\text{Energía eléctrica facturada (kW/h)}} = \frac{\$}{\text{kW/h}} \quad (7)$$

En este caso no se tiene en cuenta la tarifa eléctrica aplicada por la Empresa Eléctrica debido a que no se sabe en qué horario del día exacto se produciría dicho ahorro. Multiplicando el potencial de ahorro obtenido por el costo del kW/h calculado en (7), se obtiene el ahorro en CUC mensual para el hotel

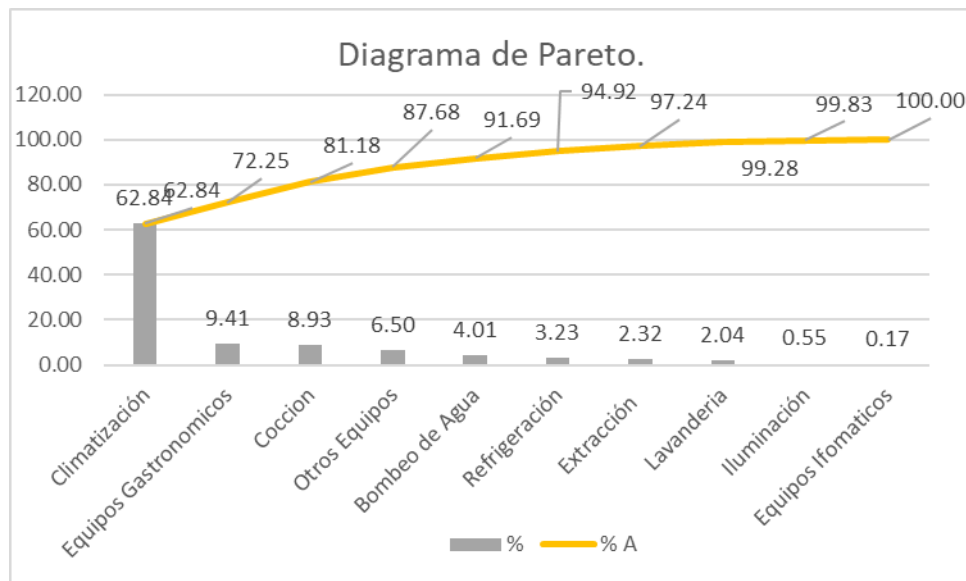
CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

En este capítulo se mostrarán los resultados obtenidos a partir de las herramientas utilizadas para monitorizar el consumo eléctrico del hotel. También se hace un análisis de los IDEn utilizados en el hotel y se proponen otros con mayor correlación.

3.1 Estudio energético de la instalación.

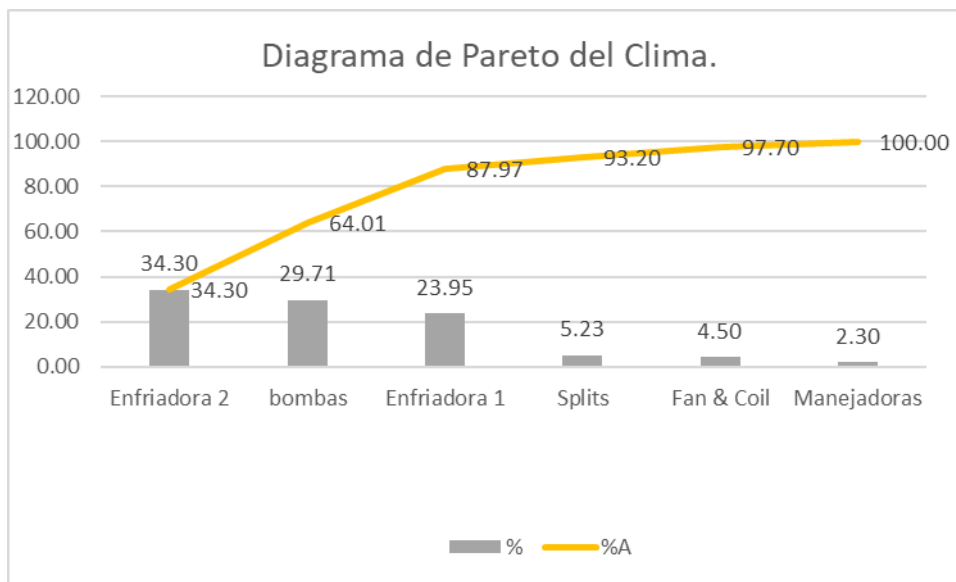
Para el estudio energético de la instalación se procedió a realizar el levantamiento de carga (figura 3) a partir de los datos de chapa de los equipos y se realizaron mediciones.

Figura 3. Diagrama de Pareto. Fuente: elaboración propia.



Como se puede apreciar en la (figura 3) el sistema de climatización representa el 62.84% del consumo de electricidad del hotel, que, junto a los equipamientos gastronómicos, los equipos de cocción representan el 80.57% del consumo. Como el área del clima representa el mayor USE se le realizó un diagrama de Pareto para determinar dónde se encuentra el mayor consumo (figura 4), determinando que las enfriadoras y las bombas de recirculación de agua fría representan el 85% del consumo de dicha área.

Figura 4. Diagrama de Pareto del Clima. Fuente: elaboración propia.



Durante la inspección se pudo constatar que la instalación lleva 20 años de explotación, por lo que tiene equipos deteriorados, que a pesar de que se adquieren nuevos equipos esto no es suficiente. En el caso del sistema de agua fría, en las habitaciones del hotel se encuentra desactivado el sistema de válvula de tres vías, lo que conlleva a que por las rejillas de la habitación se esté expulsando aire frío a toda hora, los clientes del hotel no pueden regular la temperatura desde sus habitaciones y en ocasiones se han quejado por esto.

A pesar de estas deficiencias, el equipo de trabajo mantiene un sistema de gestión donde cada área consumidora de electricidad tiene un representante que es el encargado de cumplir con las medidas de ahorro tomadas por la instalación tras un estudio realizado en 2014. También existe en la entidad un consejo energético constituido por un presidente, secretario, secretario del buró sindical y los miembros de los 5 grupos formados, que es apoyado por el eléctrico de guardia.

Hay algunas deficiencias que persisten de años anteriores, como es el caso de la no existencia de instrumentos de mediciones eléctricas para la realización de otras autolecturas por áreas o sistemas y los índices de consumo controlados son globales, desconociéndose los índices por sistemas o áreas.

3.2 Determinación de la temperatura base y del IDEn DGE-HDO.

Para determinar la temperatura base, primeramente, se analizó el método PLM (Performance Line Method) trabajado en tesis anteriores. Este consiste en ubicar los datos del consumo mensual de electricidad y los valores de los DGE correspondientes al rango de temperatura base por mes y ajustarlo a un polinomio de segundo grado. Luego se selecciona la temperatura base que presentó el valor del término cuadrático más cercano a cero para cada año según plantea Krese *et al.* (2012).

La temperatura base para el año 2018 (tabla3) no es confiable pues no existe correlación adecuada para decir que las curvas se ajustan a un polinomio de grado 2. La temperatura base para el año 2019 (tabla4) fue de 20°C según los datos obtenidos en las tablas de EXCEL.

Para el año 2018 se tomará la temperatura base del 2019 que tiene mejor correlación.

Tabla.3. Tabla de valores de DGE para las temperaturas base (2018). Fuente: elaboración propia.

Determinación de la Temperatura Base con la TBS Media (2018)													
Meses	Días	Consumo Eléctrico (kWh)	TBS Media (°C)	DGE Tb=15	DGE Tb=16	DGE Tb=17	DGE Tb=18	DGE Tb=19	DGE Tb=20	DGE Tb=21	DGE Tb=22	DGE Tb=23	DGE Tb=24
Enero	31	312898	22.05	218.50	187.50	156.50	125.50	94.80	66.90	40.60	19.30	6.90	1.30
Febrero	28	342057	24.80	500.00	440.00	380.00	320.00	260.30	203.40	148.10	97.80	57.90	26.70
Marzo	31	358596	23.77	271.90	240.90	209.90	178.90	147.90	116.90	85.90	58.60	34.40	15.60
Abril	30	400906	26.27	338.10	308.10	278.10	248.10	218.10	188.10	158.10	128.10	98.10	68.80
Mayo	31	288674	25.92	338.60	307.60	276.60	245.60	214.60	183.60	152.60	121.60	90.60	60.90
Junio	30	293621	28.35	400.50	370.50	340.50	310.50	280.50	250.50	220.50	190.50	160.50	130.50
Julio	31	429753	29.34	444.40	413.40	382.40	351.40	320.40	289.40	258.40	227.40	196.40	165.40
Agosto	31	255049	29.07	436.20	405.20	374.20	343.20	312.20	281.20	250.20	219.20	188.20	157.20
Septiembre	30	253685	28.69	410.70	380.70	350.70	320.70	290.70	260.70	230.70	200.70	170.70	140.70
Octubre	31	254474	27.90	400.00	369.00	338.00	307.00	276.00	245.00	214.00	183.00	152.00	121.00
Noviembre	30	246006	26.70	351.10	321.10	291.10	261.10	231.10	201.10	171.10	141.90	112.90	84.70
Diciembre	31	263476	24.42	291.90	260.90	229.90	198.90	167.90	136.90	105.90	75.40	47.20	23.60

Tabla.4. Tabla de valores de DGE para las temperaturas base (2019). Fuente: elaboración propia.

Determinación de la Temperatura Base con la TBS Media (2019)													
Meses	Días	Consumo Eléctrico (kWh)	TBS Media (°C)	DGE Tb=15	DGE Tb=16	DGE Tb=17	DGE Tb=18	DGE Tb=19	DGE Tb=20	DGE Tb=21	DGE Tb=22	DGE Tb=23	DGE Tb=24
Enero	31	275431	23.40	260.20	229.20	198.20	167.20	136.20	105.40	77.00	50.90	27.90	12.10
Febrero	28	305880	25.00	280.50	252.50	224.50	196.50	168.50	140.50	112.50	84.50	56.50	30.40
Marzo	31	379179	25.10	313.80	282.80	251.80	220.80	189.80	158.80	127.80	96.90	67.70	41.60
Abril	30	413645	26.40	341.70	311.70	281.70	251.70	221.70	191.70	161.70	131.70	101.70	71.70
Mayo	31	389842	27.80	396.00	365.00	334.00	303.00	272.00	241.00	210.00	179.00	148.00	117.00
Junio	30	331868	29.10	424.00	394.00	364.00	334.00	304.00	274.00	244.00	214.00	184.00	154.00
Julio	31	479445	29.40	447.80	416.80	385.80	354.80	323.80	292.80	261.80	230.80	199.80	168.80
Agosto	31	559466	29.20	440.30	409.30	378.30	347.30	316.30	285.30	254.30	223.30	192.30	161.30
Septiembre	30	425464	28.90	416.20	386.20	356.20	326.20	296.20	266.20	236.20	206.20	176.20	146.20
Octubre	31	279132	28.20	410.10	379.10	348.10	317.10	286.10	255.10	224.10	193.10	162.10	131.10
Noviembre	30	341751	26.40	341.50	311.50	281.50	251.50	221.50	191.50	161.50	131.50	101.50	71.50
Diciembre	31	359450	24.90	307.80	276.80	245.80	214.80	183.80	152.80	121.80	90.80	59.80	31.10

A partir de la temperatura base se determinó los DGE diarios, utilizados para obtener el IDEn: DGE-HDO. Este nuevo indicador además de tener en cuenta la ocupación habitacional tiene en cuenta también la variable temperatura, implícita en la obtención de los DGE.

En la Tabla 5 se relacionan los valores promedio mensuales del indicador (HDO-GDE) seleccionado para el hotel para una temperatura base de 20°C para 2018.

Tabla 5 Indicador HDO-GDE durante el año 2018 para una temperatura base de 20°C. Fuente: elaboración propia.

2018	E (kWh)	HDO	TBS Media (°C)	DGE Tb=20°C	DGE-HDO	TDI	TDI*DG
Enero	312898	14773	22.05	66.9	988314	22355	1495549.5
Febrero	342057	17657	24.80	203.4	3591434	16477	3351421.8
Marzo	358596	22724	23.77	116.9	2656436	21163	2473954.7
Abril	400906	22256	26.27	188.1	4186354	13643	2566248.3
Mayo	288674	11222	25.92	183.6	2060359	6231	1144011.6
Junio	293621	8563	28.35	250.5	2145032	4950	1239975.0
Julio	429753	9572	29.34	289.4	2770137	12404	3589717.6
Agosto	255049	8001	29.07	281.2	2249881	9045	2543454.0
Septiembre	253685	4933	28.69	260.7	1286033	3383	881948.1
Octubre	254474	5928	27.90	245.0	1452360	4014	983430.0
Noviembre	246006	12731	26.70	201.1	2560204	4916	988607.6
Diciembre	263476	16303	24.42	136.9	2231881	5560	761164.0

En la Tabla 6 se relacionan los valores promedio mensuales del indicador (HDO-GDE) seleccionado para el hotel para una temperatura base de 20°C para 2019.

Tabla 6 Indicador HDO-GDE durante el año 2019 para una temperatura base de 20°C. Fuente: elaboración propia.

2019	E (kWh)	HDO	TBS Media (°C)	DGE Tb=20°C	DGE-HDO	TDT	TDT*DG
Enero	275431	5156	23.40	105.4	543442	10556	1112602
Febrero	305880	6008	25.00	140.5	844124	11091	1558286
Marzo	379179	8466	25.10	158.8	1344401	15996	2540165
Abril	413645	7775	26.40	191.7	1490468	15092	2893136
Mayo	389842	3845	27.80	241.0	926645	7833	1887753
Junio	331868	3006	29.10	274.0	823644	6462	1770588
Julio	479445	5805	29.40	292.8	1699704	14145	4141656
Agosto	559466	6921	29.20	285.3	1974561	17130	4887189
Septiembre	425464	3115	28.90	266.2	829213	6785	1806167
Octubre	279132	3997	28.20	255.1	1019635	7880	2010188
Noviembre	341751	8296	26.40	191.5	1588684	16943	3244585
Diciembre	359450	9110	24.90	152.8	1392008	19354	2957291

3.3 Determinación de la línea base energética.

La norma ISO 50001: 2018 establece como principal objetivo la mejora del desempeño energético de la organización. Para lograr esto resulta de vital importancia establecer la línea de base energética con la información de la revisión energética inicial considerando un período para la recolección de datos adecuado al uso y el consumo de energía en la organización. También es necesario fijar los compromisos de mejora en términos de una línea energética meta y objetivos energéticos a cumplir en el período.

En el estudio realizado como hay influencia de la temperatura, o sea, de las estaciones del año el período base escogido es anual.

A continuación, se realiza el gráfico (Fig. 5) (2018) y (Fig.6) (2019) de consumo vs producción para analizar si puede ser utilizado como línea base.

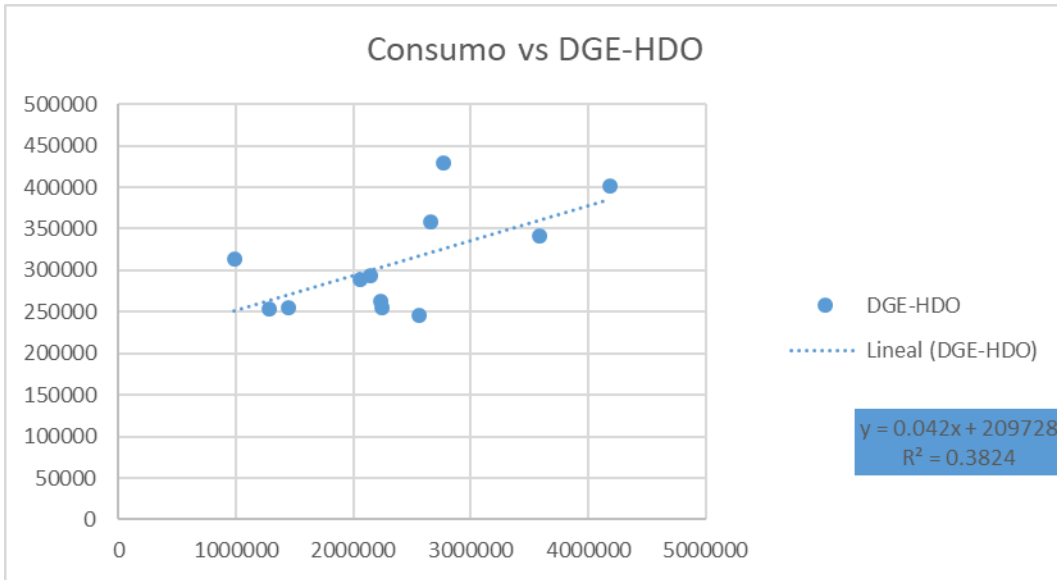


Figura 5. Consumo vs DGE-HDO (2018). Fuente: elaboración propia.

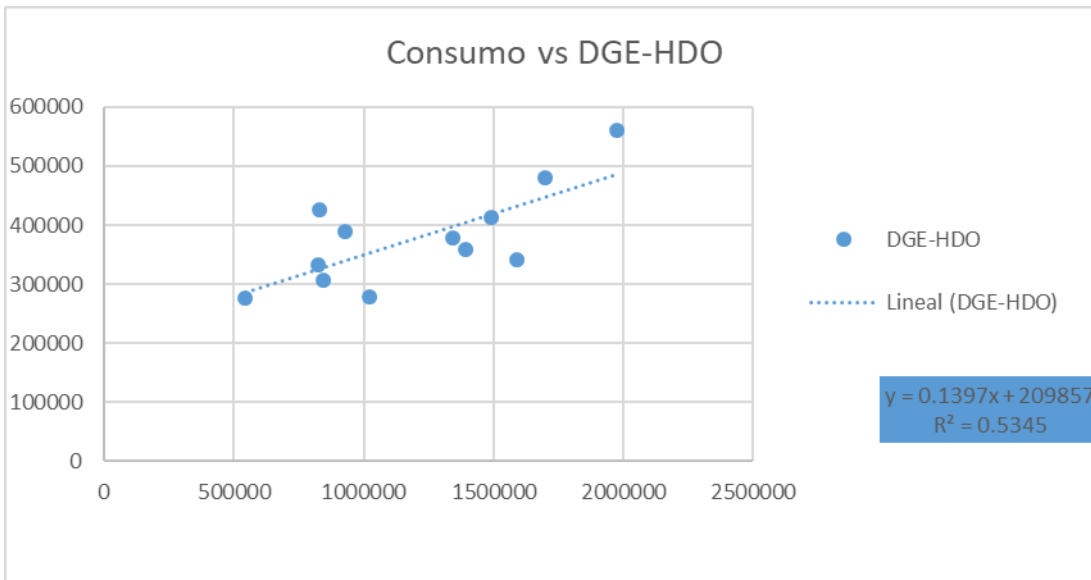


Figura 6. Consumo vs DGE-HDO (2019). Fuente: elaboración propia.

Como muestra los gráficos los indicadores HDO-GDE presenta una correlación moderada con el consumo eléctrico, con valores de R^2 entre 0.16 y 0.49 en el año 2018 y para 2019 presenta una correlación fuerte con valores de R^2 entre 0.49 y 0.8. Como se aprecia en la figura 7 y 8 los indicadores TDT-DGE los valores de R^2 presentan mayor correlación para ambos años.

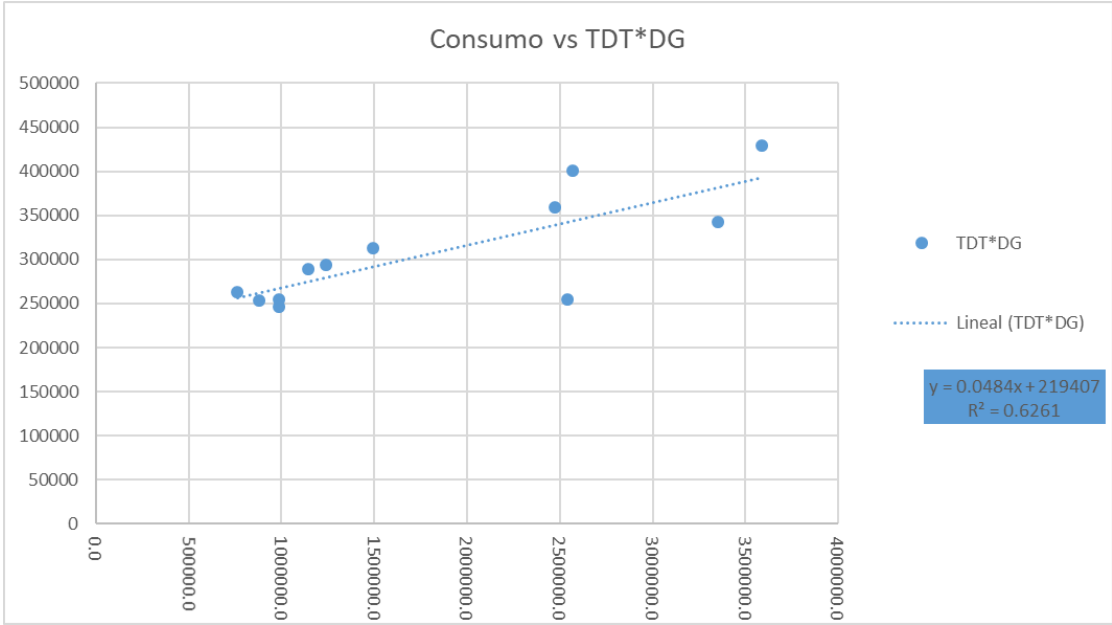


Figura 7. Consumo vs TDT*DG (2018). Fuente: elaboración propia.

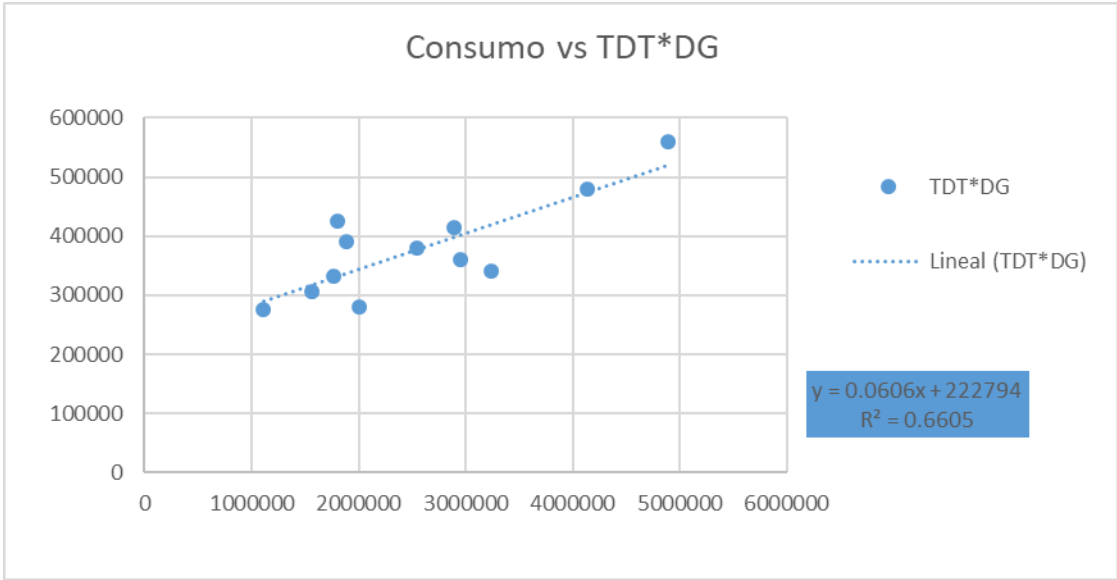


Figura 8. Consumo vs TDT*DGE (2019). Fuente: elaboración propia.

Por los resultados anteriores se toman como línea base energética el correspondiente a la figura 7.

3.4 Herramientas que permiten el monitoreo del consumo eléctrico.

3.4.1 Gráfico de Consumo y Producción en el Tiempo (E-P vs T).

En la figura 9 se muestra el diagrama E-P vs T con los años 2018 y 2019 respectivamente. Como se puede apreciar en el gráfico se muestra un funcionamiento anormal en los meses de septiembre de 2018 a marzo de 2019, donde la producción disminuye significativamente con respecto a la variación del consumo. Esta anomalía ocurre debido a que en esos meses se realizaron las labores de reparación en el área de la cocina.

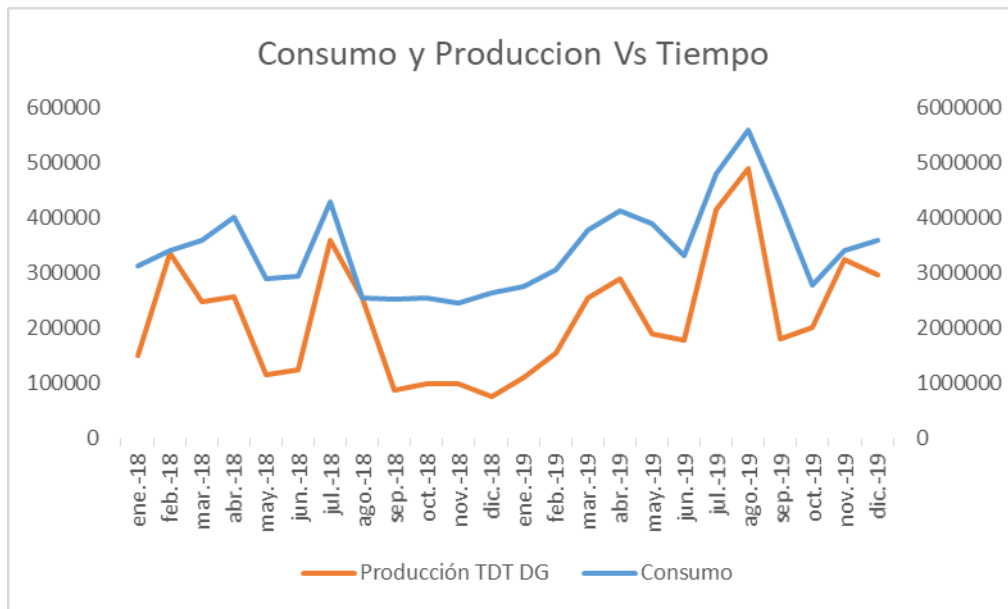


Figura 9. Consumo y Producción en el tiempo 2018-2019. Fuente: elaboración propia.

Desde septiembre del 2018 hasta enero del 2019 el hotel funcionó al 50% de su capacidad debido a la remodelación total de la cocina.

La producción del año 2019 se vio incrementada por la apertura del hotel al 100%.

En los meses de menor producción debido a la remodelación el consumo es alto pues no existe un sistema de control de temperatura en cada habitación y las enfriadoras tienen que trabajar al 100% de su capacidad, aunque el hotel funcione al 50%.

3.4.2 Gráfico de Consumo - Producción (E vs P).

En la figura 10 y 11 se pueden apreciar los diagramas de consumo contra producción TDT*DGE del año 2018 y 2019 respectivamente los cuales muestran mayor correlación. Para trazar la línea meta se tomaron los meses que presentan un consumo menor que los otros meses del año. Mediante la ecuación (3), restando el coeficiente Eo de la línea base menos el de la línea meta, se determinó que el potencial de ahorro de energía.

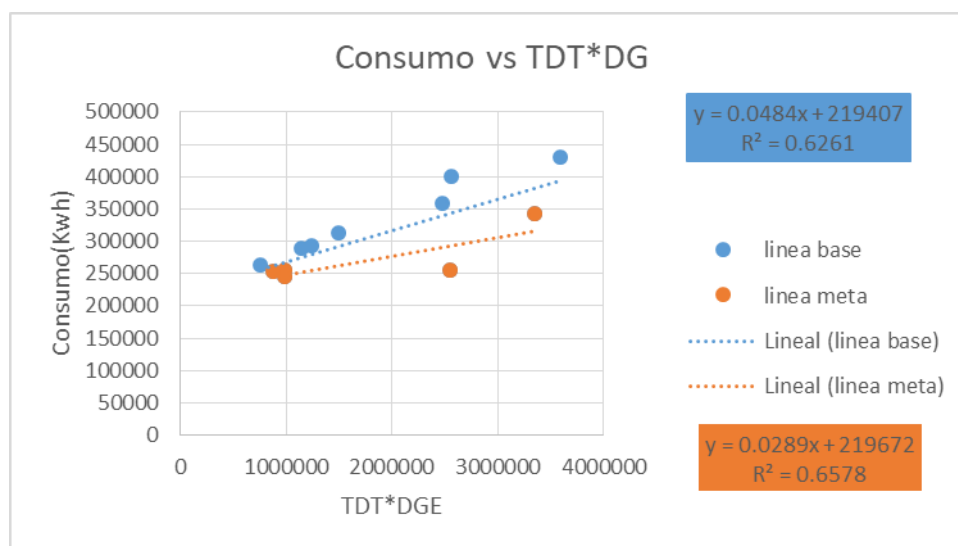


Figura10. Consumo vs Producción TDT*DGE 2018. Fuente: elaboración propia.

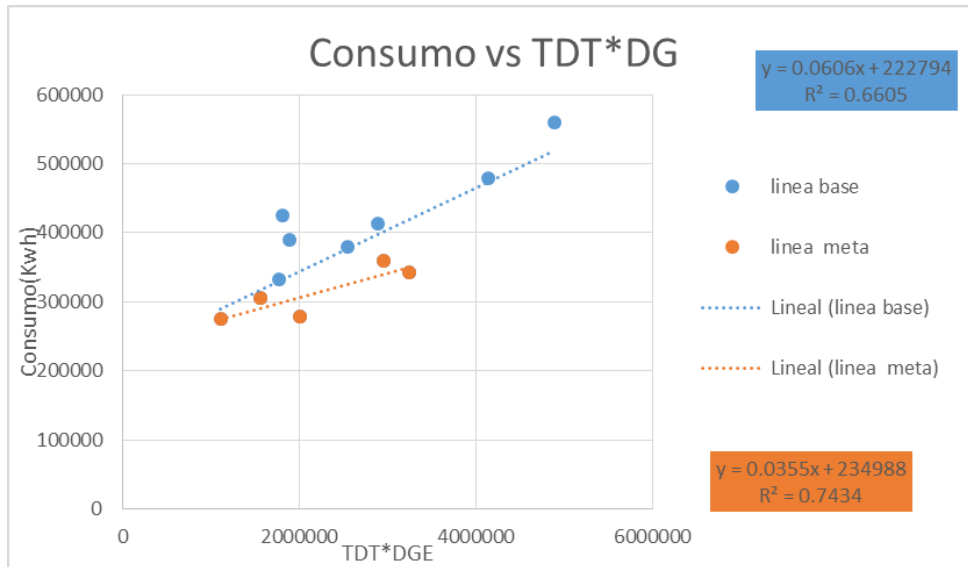


Figura 11. Consumo vs Producción TDT*DGE 2019. Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en las gráficas de las figuras 10 y 11 las líneas de base y de meta se cortan y el posible ahorro a lograr arrojaría un valor negativo, lo cual no resulta lógico, por tanto, será necesario recurrir a otro método para determinar la línea de meta.

3.4.3 Diagrama Índice de Consumo - Producción (Ic vs P).

Para la realización del gráfico de la (Figura 12) se utilizó el Índice de consumo teórico calculado para la producción lineal, utilizando el año 2018 como base y se comparó con el índice de consumo y producción real del año 2019.

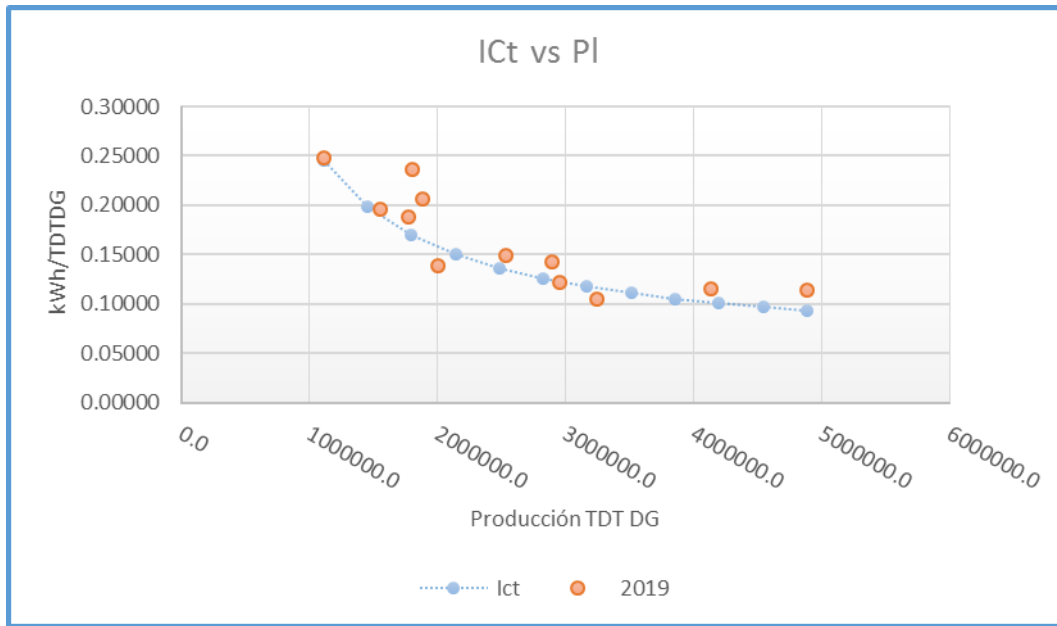


Figura 12. Diagrama IC vs P 2018 vs 2019. Fuente: elaboración propia.

De la figura 12 se puede plantear que hay meses de 2019 en que el índice coincide con el previsto por la línea base, lo cual corrobora la eficacia del método, ya que el equipamiento no ha cambiado, incluso hay meses que el índice es mejor que el previsto. Sin embargo, la mayoría de los meses el índice es más alto que el previsto, demostrando más baja eficiencia.

3.4.4 Gráfico de Tendencia o Suma acumulada

En la figura 13 se muestran la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un período base de comparación dado. A partir de este gráfico también puede determinarse cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha consumido en exceso con relación al comportamiento del periodo base hasta el momento de su actualización.

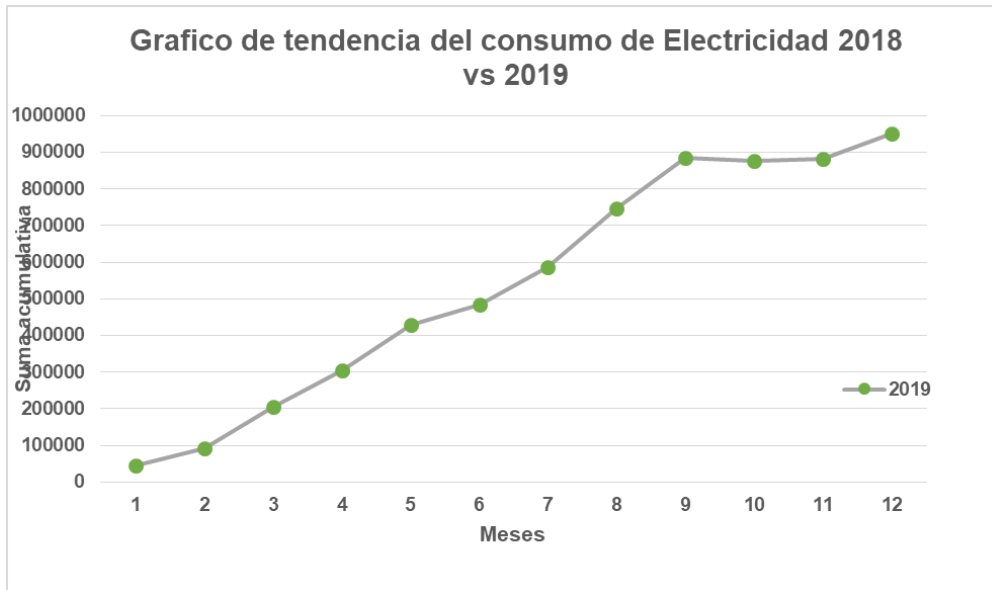


Figura 13. Gráfico de Suma Acumulativa 2018-2019. Fuente: elaboración propia.

El comportamiento del 2019 en comparación al año base ha tendido a incrementarse, llegando al valor de 950000 kWh a fin de año.

3.4.6 Indicador de Eficiencia Base 100 (IDB 100)

En la figura 14 se hizo la tendencia del año 2019 usando la ecuación del año 2018, en el gráfico el $IDB_{100} < 100$ significa que hay una disminución del desempeño debido a que el consumo de energía fue superior al de la línea de base para ese nivel de producción.

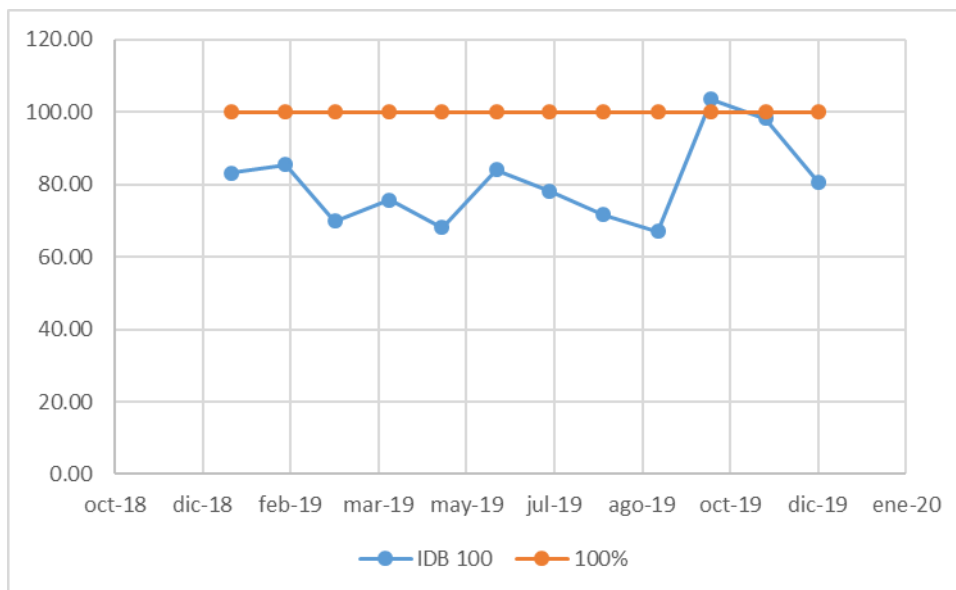


Figura 14. Gráfico IDB 100,2019. Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar el IDB100 solo mejoró en octubre y todo el resto de año se mantuvo por debajo en comparación con el año base.

3.5 Impacto económico del posible ahorro de energía eléctrica.

Como se pudo apreciar de la figura 13 existió un sobreconsumo de 950000 kWh, valor que pudo ser ahorrado si se hubiera realizado una mejor gestión, por tanto se puede plantear que el valor económico posible a alcanzar está dado por el valor monetario de ese sobreconsumo.

Para el año 2019 se multiplica $0.176 \text{ CUC/KWh} \times 950000 \text{ kWh}$ obteniendo 167 200 CUC de posible .

Cabe resaltar que el ahorro en dinero puede ser mayor o menor atendiendo al horario en que se produzca el ahorro.

CONCLUSIONES.

1. Los principales problemas detectados durante la revisión energética corresponden al deterioro de los equipamientos y la falta de un correcto sistema de gestión del mantenimiento.
2. Faltan en las habitaciones termostatos que regulen el control de la temperatura.
3. El indicador de desempeño energético HDO resulta ineficaz para la instalación, sin embargo, se pudo constatar que el indicador TDT-DGE es adecuado para el hotel porque tiene en cuenta la ocupación y la temperatura.
4. El mayor consumo eléctrico del hotel lo produce el área clima, siendo las enfriadoras las mayores consumidoras, seguido por las bombas de recirculación de agua fría y los fans coil.

RECOMENDACIONES.

1. Instalar un metro contador para el área del clima para tener un mayor control del consumo de dicho puesto clave.
2. Instalar para cada local que tenga clima centralizado válvula de tres vías y termostato para regular el flujo de aire frío que salen por las rejillas del clima.
3. Respetar el ciclo de mejora continua (Planificar-Actuar-Verificar-Hacer) y no conformarse con los resultados obtenidos, buscando siempre una mejora continua.
4. Planificar una mejor gestión del mantenimiento preventivo.
5. Tomar medidas en el período de baja turística que es el que presenta peor desempeño energético para lograr una disminución del consumo eléctrico.
6. Reparar el automático. Existen puntos del sistema con los que no existe comunicación por falta de componentes de red y falta de conexión de la PGD a la red de automatización de las cámaras frías, por lo que el sistema no brinda las potencialidades que posee como impresión de reportes periódicos, ni encendido-apagado de las cámaras según horarios establecidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ACOSTA, A. V.; A. I. GONZÁLEZ, *et al.* Modelo para la predicción energética de una instalación hotelera. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial*, 2011, 8: 309-322.

ÁLVAREZ-GUERRA, M. A.; J. J. CABELLO, *et al.* *Herramientas para la implementación de sistemas de gestión energética basados en la NC ISO en edificaciones hoteleras.* I Conferencia Científica Internacional, Cienfuegos, Universo Sur, 2016.

ÁLVAREZ, M. A.; J. J. CABELLO, *et al.* *Propuesta de indicador de desempeño energético para el pronóstico y control del consumo de electricidad en hoteles.* I Conferencia Científica Internacional, Cienfuegos, Universo Sur, 2016.

APIEM. *Guía básica de eficiencia energética.* APIEM, 2010.

BORGES, D.; J. C. MARTÍNEZ, *et al.* Hacia un indicador de consumo de energía eléctrica más efectivo en hoteles del grupo Cubanacán de la provincia de Camagüey. *Ingeniería Energética*, 2011, 32(1): 35-42.

BORROTO, A. y J. MONTEAGUDO. *Gestión y Economía Energética.* Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos, Cuba, 2006. p. 959-257-114-7.

CABELLO, J.; A. SAGASTUME, *et al.* Bridging universities and industry through cleaner production activities. 2015.

CABELLO, J. J.; V. SOUSA, *et al.* Tools to improve forecasting and control of the electricity consumption in hotels. *Journal of Cleaner Production*, 2016, 137: 803-812.

CABRERA, O.; A. BORROTO, *et al.* Evaluación del indicador kWh/HDO de eficiencia eléctrica en instalaciones hoteleras cubanas. *Retos Turísticos*, 2004, 3(2): 1-9.

CAMPOS, J.; E. LORA, *et al.* *Guía para la implementación de sistemas de gestión integral de la energía.* 2007.

CAMPOS, J. C. *Línea base, indicadores de desempeño energético.* 2013.

CARRETERO, A. y J. M. GARCÍA. *Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora*. España, Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), 2012. p. 978-84-8143-752-2

CASTRILLÓN, R.; A. J. GONZÁLEZ, *et al.* Mejoramiento de la eficiencia energética en la industria del cemento por proceso húmedo a través de la implementación del sistema de gestión integral de la energía. *Redalyc*, 2013.

CERUTTI, A. K. Assessment methods for sustainable tourism declarations: the case of holiday farms. *Journal of Cleaner Production*, 2014.

COLES, T.; C. DINAN, *et al.* Energy practices among small- and medium-sized tourism enterprises. 2014.

CORREA, J.; R. GONZÁLEZ, *et al.* Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según la NC-ISO 50001:2011. *Ingeniería Energética*, 2014, 35(1): 38-47.

CHANTO, L. F. *Administración de la Energía o la Gestión Energética*. 2015.

CHIA-WEI, H.; K. TSAI-CHI, *et al.* Low carbon supplier selection in the hotel industry. *Sustainability*, 2014, 6: 2658-2684.

DÍAZ, Y. y M. A. ÁLVAREZ. *Análisis de la implementación de la norma ISO 50001 en una empresa de telecomunicaciones hasta la fase de planificación energética*. I Conferencia Científica Internacional, Cienfuegos, Universo Sur, 2016.

EPA. *Climate change indicators in the United States, Heating and Cooling Degree Days*. 2014.

FELIPE, K. 2017 y la estrategia energética en Cuba. *Granma*, 2017.

FERNÁNDEZ, J. F. *Disminución del consumo energético en los sistemas de climatización de hoteles cubanos*. 2012.

FERNÁNDEZ, L.; L. ABALLE, *et al.* Aplicación de Gestión Total Eficiente de Energía en el Centro Internacional de Salud “La Pradera”. *Ingeniería Energética*, 2014, 35(2): 112-121.

FRANK, T. Climate change impacts on building heating and cooling energy demand in Switzerland. *Science Direct*, 2005, 37: 1175–1185.

FUENTES, V. A. Grados Días en Arquitectura. 2010.

GARCÍA, O. F.; M. A. BOU, *et al.* Indicadores para la aplicación de un sistema de gestión energética acorde a la norma ISO NC 50001 en un hotel de Varadero. I Conferencia Científica Internacional, Cienfuegos, Universo Sur, 2016. p. 978-959-257-454-0.

HITCHIN, R. Monthly air-conditioning energy demand calculations for building energy performance rating. *Journal of Building Services Engineering Research & Technology*, 2015: 1–18.

JÁCOME, E. A.; L. S. OROZCO, *et al.* Implementation of energy management system in the hotel industry. *Dom. Cien*, 2017, 3: 321-340.

KÄKÖNEN, M.; H. KAISTI, *et al.* *Energy revolution in Cuba: pioneering for the future?* Tarku, Finland, Writers & Finland Futures Research Centre, University of Turku, 2014. p. 978-952-249-276-0.

KRESE, G.; M. PREK, *et al.* Analysis of building electric energy consumption data using an improved cooling degree day method. *Journal of Mechanical Engineering*, 2012, 58: 107-114.

LAPIDO, M. Mejora de la eficiencia energética del sector productivo cubano. 2014.

LAPIDO, M.; Y. VALDIVIA, *et al.* Implementación de un sistema de gestión de la energía con base a la NC ISO50001 en el Hotel Gran Caribe Jagua. I Conferencia Científica Internacional, Cienfuegos, Universo Sur, 2016.

- LINARES, P. Eficiencia energética y medio ambiente. *ICE*, 2009.
- LINDELÖF, D. Bayesian estimation of a building's base temperature for heating degree-days. *ResearchGate*, 2016.
- MCLAUGHLIN, L. *Practical guide for implementing an energy management system*. Vienna, Austria, United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), 2013.
- MILOJKOVIĆ, A.; M. NIKOLIĆ, *et al.* *Improvement of energy efficiency in hospitality-towards sustainable hotel*. IV International Symposium for Students of Doctoral Studies in the Fields of Civil Engineering, Architecture and Environmental Protection, Serbia, 2012.
- MIQUEL, A. y M. FERNÁNDEZ. *ISO 50001 ¿Qué es y cómo la implemento en mi empresa?* 2016.
- MOLINA, A.; H. R. VELARDE, *et al.* Nuevos índices de consumo energético para hoteles tropicales. *Revista de Ingeniería Energética*, 2017.
- MONTEAGUDO, J. y O. GEOVANY. Herramientas para la gestión energética empresarial. *Scientia et Technica*, 2005.
- MONTEAGUDO, J.; M. MONTESINO, *et al.* *Línea base e indicadores de desempeño energético para uso en NC ISO 50001:2011 en fábrica de alimento animal*. I Conferencia Científica Internacional, Cienfuegos, Universo Sur, 2016.
- ONN. *Sistema de gestión de la energía — requisitos con orientación para su uso. (ISO 50001:2011, IDT)*. La Habana Cuban National Bureau of Standards., 2011.
- ONN. *Sistema de gestión de la energía — requisitos con orientación para su uso. (ISO 50001:2018, IDT)*. La Habana Cuban National Bureau of Standards., 2019.
- ONURE. *Sistemas de Gestión de la Energía*, 2014.
- JOSHI, R y M. PATHAK. Decentralized grid-connected power generation potential in India. *ScienceDirect*, 2013.

PRIAS, O. *Sistema de Gestión Integral de Energía*, 2012.

PRIAS, O. F. y J. C. CAMPOS. *Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía*. Bogotá D. C., Colombia, 2013. p. 978-958-761-597-5

RIVERÓN, Z. *Herramientas para el análisis del consumo eléctrico en el Hotel Royalton Hicacos teniendo en cuenta la norma NC ISO 50001: 2011*. Matanzas, Universidad de Matanzas, 2017.

RODRÍGUEZ, O.; O. CRUZ, *et al.* Modelo de cálculo de grados-días mensuales de enfriamiento y calentamiento con temperatura base variable, para aplicaciones energética. *Centro Azúcar*, 2018, 45(1): 94-100.

ROSA, L.; J. PINEDA, *et al.* Método de cálculo del índice de eficiencia energética de los hoteles *ESPOL - RTE*, 2017, 30(2): 16-26.

SALAZAR, I.; I. O. MOCKEY, *et al.* Estimation of reduction of CO2 emission by electric power saving project in the Cuba conditions. *Ingeniería Energética*, 2010, 31(3): 1-5.

SCAFETTA, N.; A. FORTELLI, *et al.* *Meteo-climatic characterization of Naples and its heating-cooling degree day areal distribution*. *IIETA*, 2017, 35: 137-144.

SERNA, C. A. *Gestión energética empresarial una metodología para la reducción de consumo de energía*, 2010.

THERKELSEN, P.; A. MCKANE, *et al.* *Assessing the costs and benefits of the superior energy performance program*. Niagara Falls, NY, 2013.

ANEXOS.

Anexo I Análisis de brechas frente a la norma ISO 50001.

ANÁLISIS DE BRECHAS		
Verificación del Cumplimiento de los Requisitos	Calificación 1:No cumple 2:En proceso 3:Cumple	Responsable
1. REQUISITOS GENERALES (SGE)	2,00	
¿La organización ha establecido, documentado, implementado mantenido y mejorado un SGE de acuerdo con la norma ISO 50001?	2	Energético
¿La organización ha definido y documentado el alcance y los límites de su SGE?	2	Energético
¿Existe suficiente evidencia para concluir que el sistema está completamente implementado y que se hace seguimiento a su eficiencia?	2	Energético
2. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN	2,92	
Alta Dirección	3,00	

¿La alta dirección ha demostrado su compromiso de apoyar el SGE y mejorar continuamente su eficacia cumpliendo con sus responsabilidades?	3	Gerente
Define, implementa y mantiene una política energética.	3	Gerente
Nombra a un representante de la dirección y aprueba la formulación de un equipo de gestión de energía.	3	Gerente
Proporciona los recursos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar el SGE.	3	Gerente
Identifica el alcance y los límites que se abordarán en el SGE.	3	Gerente
Comunica a los miembros de la organización la importancia de la gestión de la energía.	3	Energético
Se asegura que los objetivos y metas de la eficiencia energética se establecen.	3	Energético
Se asegura que los IDEn (Indicadores de Desempeño Energético) son adecuados para la organización.	3	Energético

Considera la gestión energética en la planificación a largo plazo.	3	Energético
Se asegura que los resultados se miden y se informan a intervalos determinados.	3	Energético
Realiza revisiones periódicas al sistema de gestión.	3	Energético
Representante de la dirección	2,83	
La alta dirección ha designado a un representante de la dirección con las habilidades y competencias adecuadas para asegurar que el SGE se establece, se implementa, mantiene y mejora continuamente de acuerdo a los requisitos de la ISO.	2	Gerente
El representante de la dirección informa sobre el desempeño energético y el desempeño del SGE a la alta dirección.	3	Gerente
El representante asegura que la planificación de las actividades de gestión de la energía es diseñada para apoyar la política energética de la organización.	3	Gerente
Define y comunica responsabilidades y autoridades para facilitar la gestión eficiente de	3	Energético

la energía.		
Determina los criterios y métodos necesarios para asegurar que tanto la operación como el control del SGE son eficaces.	3	Energético
Promueve la toma de conciencia de la política energética y de los objetivos en todos los niveles de la organización.	3	Energético
3. POLÍTICA ENERGÉTICA	3,00	
¿La política energética es apropiada a la naturaleza, escala, uso y consumo de la energía de la organización?	3	Gerente
¿Incluye un compromiso para asegurar la disponibilidad de información, de los recursos necesarios para alcanzar los objetivos, metas y para cumplir con los requisitos legales y otros requisitos suscritos por la organización relacionados con sus usos y consumo de energía?	3	Gerente
¿Esta política proporciona el marco de referencia para esclarecer y revisar los objetivos y metas energéticas?	3	Energético

¿Esta política apoya la adquisición de productos y servicios energéticamente eficientes y el diseño para la mejora del desempeño energético?	3	Energético
¿Existe una práctica o procedimientos para comunicar ésta a todas las personas que trabajan en la organización o en nombre de ella?	3	Gerente
¿La política energética es revisada periódicamente? ¿Se actualiza cuando es necesario?	3	Energético
4. PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA	2,68	
Generalidades	3,00	
¿Se establece y documenta un proceso de planificación energética?	3	Energético
¿La planificación es coherente con la política energética y conduce a las actividades de mejora continua del desempeño energético?	3	Energético
¿Esta planificación energética incluye una revisión de las actividades de la organización que pueden afectar el desempeño energético?	3	Energético

Requisitos legales y otros requisitos	2,50	
¿Se identifica, implementa y se tiene acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con sus usos, consumo de energía y eficiencia energética?	3	Energético
¿Se determinan como se aplican estos requisitos a sus usos, consumos de energía y eficiencia energética?	3	Energético
¿Se tienen en cuenta estos en el establecimiento, implementación y mantenimiento de su SGE?	2	Energético
¿Los requisitos legales y otros requisitos son revisados periódicamente?	2	Energético
Revisión energética	2,92	
¿Se realiza, registra y mantiene una revisión (caracterización) energética?	3	Gerente
¿Se establece y documenta la metodología y los criterios utilizados para realizar la revisión (caracterización) energética?	3	Energético

¿Se registra y analiza el uso y consumo de energía basado en la medición y otros datos?	3	Energético
¿Se identifican las fuentes actuales de energía?	3	Energético
¿Se evalúa el uso y consumo de energía pasado y presente?	3	Energético
¿Se identifican las áreas de USEs?	3	Energético
¿Se identifican las instalaciones, equipos, sistemas, procesos y personal que trabaja para, o en nombre de la organización que afectan de manera significativa el uso y consumo de energía?	3	Jefe de SS. TT.
¿Se identifican otras variables pertinentes que afectan los USEs?	2	Energético
¿Se determina el desempeño actual con respecto a la energía de las instalaciones, equipos, sistemas y procesos relacionados con los USEs identificados?	3	Jefe de SS. TT.
¿Se estima el uso y consumo futuro de energía?	3	Energético

¿Se identifican, priorizan y registran oportunidades para la mejora del desempeño energético?	3	Jefe de SS. TT.
¿Se actualizan a intervalos definidos la información y los análisis de la revisión energética y en respuesta a cambios importantes en las instalaciones, equipos, sistemas o procesos?	3	Jefe de SS. TT.
Línea de base energética	2,00	
¿Se establece una o varias línea(s) de base energética con la información de la revisión energética inicial considerando un período para la recolección de datos adecuado al uso y el consumo de energía en la organización?	2	Energético
¿Se miden y registran los cambios en el desempeño energético en relación a la(s) línea(s) base energética?	2	Energético
¿Se realizan ajustes a la(s) línea(s) base, cuando los IDE ya no reflejan el uso y consumo de energía de la organización, cuando hay cambios importantes en el proceso, en los patrones de operación, o en los sistemas de energía, o de acuerdo a un método predeterminado?	2	Energético

¿Se mantienen y registran la(s) línea(s) de base energética?	2	Energético
Indicadores de desempeño energético	2,67	
¿Se identifican los IDEn apropiados para el seguimiento y la medición del desempeño energético?	2	Energético
¿Se establece, registra y revisa con regularidad la metodología para determinar y actualizar los IDEn?	3	Energético
¿Los IDEn se revisan y comparan con la línea de base energética de forma apropiada?	3	Energético
Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción	3,00	
¿Se han establecido, implementado y mantenido objetivos y metas de energía documentados en los niveles, funciones pertinentes, procesos o instalaciones de la organización?	3	Energético
¿Se establecen plazos para el logro de objetivos y metas?	3	Energético

¿Los objetivos y metas son coherentes con la política energética?	3	Energético
¿Las metas son coherentes con los objetivos?	3	Energético
¿Se tienen en cuenta los requisitos legales y otros requisitos, los USEs y las oportunidades de mejora de desempeño energético para el establecimiento y revisión de los objetivos y metas?	3	Energético
¿Se considera el estado financiero, operativo, condiciones comerciales, las opciones tecnológicas y las opiniones de las partes interesadas para el establecimiento de objetivos y metas energéticas?	3	Gerente
<p>¿Se establecen, implementan y mantienen planes de acción para el logro de sus objetivos y metas?</p> <p>¿ Estos planes de acción incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La designación de la responsabilidad • Los medios y plazos previstos para lograr las metas individuales • Una declaración del método por el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético • Una declaración del método para verificar los resultados? 	3	Gerente

¿Los planes de acción son documentados y actualizados periódicamente?	3	Gerente
5. IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN	2,81	
General	3,00	
¿Se utilizan planes de acción y los otros elementos resultantes del proceso de planificación para la implementación y las operaciones?	3	Energético
Competencia, formación y toma de conciencia	3,00	
¿Se han identificado que personas (las cuales realicen tareas para la organización o en su nombre) están relacionadas con los USEs?	3	Energético
¿Es este personal competente (tomado como base de su educación, formación o experiencia adecuadas)? ¿Se mantienen los registros asociados?	3	Energético
¿Se han identificado las necesidades de formación relacionadas con el control de sus USEs y con la operación del SGE?	3	Energético

<p>¿Se ha impartido la formación o se ha emprendido las acciones necesarias para satisfacer las necesidades identificadas? ¿Se mantienen los registros asociados?</p>	3	Energético
<p>¿La organización se ha asegurado de que las personas que trabajan para o en su nombre son conscientes de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La importancia de la conformidad con la política energética, los procedimientos y los requisitos del SGE, • Sus funciones, responsabilidades y autoridades para cumplir con los requisitos del SGE, • Los beneficios de la mejora del desempeño energético • El impacto, real o potencial, con respecto al uso y consumo de la energía de sus actividades, • Cómo sus actividades y comportamiento contribuyen a alcanzar los objetivos y metas energéticas, • Las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados? 	3	Energético
<p>Comunicación</p>	<p>3,00</p>	
<p>¿La organización establece un mecanismo de comunicación interna con relación a su</p>	3	Energético

desempeño energético y el SGE?		
¿Se establece e implementa un proceso por el cual toda persona que trabaje para, o en nombre de la organización puede hacer comentarios o sugerencias para la mejora del SGE?	3	Energético
¿La organización ha documentado su decisión de comunicar o no externamente la información acerca de la política, desempeño energético y del SGE?	3	Energético
¿Si la decisión ha sido comunicarla, se han definido e implementado métodos para su realización?	3	Gerente
Documentación	3,00	
¿Se establece, implementa y mantiene la información, en papel, en formato electrónico o en cualquier otro medio, para describir los elementos fundamentales del SGE y su interacción?	3	Energético

<p>¿La documentación del SGE incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El alcance y los límites del SGE • La política energética • Los objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción • Los documentos, incluyendo los registros requeridos por la norma internacional • Otros documentos determinados por la organización como necesarios? 	3	Energético
Control de documentos	2,67	
¿Existen procedimientos para controlar los documentos del SGE?	3	Energético
<p>¿Los documentos son/están:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprobados con relación a su adecuación antes de su emisión • Revisados y actualizados cuando es necesario • Identificados los cambios y el estado de revisión actual de los documentos • Disponibles en las versiones pertinente en los puntos de uso • Legibles y fácilmente identificables • Identificados cuando son de origen externo y cuando son necesarios para la planificación y operación del SGE y se controla su distribución? 	2	Gerente

¿Se encuentran identificados los documentos obsoletos?	3	Energético
Control operacional	2,50	
¿La organización ha identificado y planificado aquellas operaciones y actividades de mantenimiento que están relacionadas con sus USEs y que son consistentes con su política energética, objetivos, metas y planes de acción?	3	Jefe de SS. TT.
¿La organización ha establecido y fijado criterios para la eficaz operación y mantenimiento de los usos significativos de la energía, donde su ausencia podría llevar a desviaciones significativas de la eficiencia energética?	3	Jefe de SS. TT.
¿La operación y el mantenimiento de instalaciones, procesos, sistemas y equipos se realiza de acuerdo a los criterios operacionales?	2	Jefe de SS. TT.
¿Se ha comunicado adecuadamente los controles operacionales al personal que trabaja para, o en nombre de la organización?	2	Energético
Diseño	2,33	

¿La organización ha considerado las oportunidades de mejora del desempeño energético y del control operacional en el diseño de instalaciones nuevas, modificadas o renovadas, de equipos, sistemas y procesos?	3	Energético
¿Se incorporan los resultados de la evaluación del desempeño energético en el diseño, especificaciones, y actividades de adquisición de proyecto(s) relevante(s)?	2	Energético
¿Se mantiene el registro de las actividades de diseño o modificaciones de equipos, sistemas y procesos?	2	Energético
Compra de servicios de energía, productos, equipos y energía	3,00	
¿Al adquirir servicios de energía, productos y equipos que tengan, o puedan tener, un impacto en el uso significativo de energía se informa a los proveedores que las compras serán evaluadas sobre la base del desempeño energético?	3	Energético

¿Se establecen e implementan criterios para evaluar el uso, consumo y eficiencia de la energía durante la vida útil, al comprar productos, equipos y servicios que usen energía, que se espera que tengan un impacto significativo en el desempeño energético de la organización?	3	Energético
¿Se han definido y documentado las especificaciones de compra de energía?	3	Energético
6. VERIFICACIÓN	2,72	
Seguimiento, medición y análisis	2,86	
¿Se monitorean, miden, analizan y registran los resultados de la revisión de energía?	3	Energético
¿Se monitorean, miden, analizan y registran los usos significativos de energía y otros elementos resultantes de la revisión energética?	3	Energético
¿Se monitorean, miden, analizan y registran las variables relevantes relacionadas al USEs?	2	Energético
¿Se monitorean, miden, analizan y registran los IDEn?	3	Energético

¿Se monitorea, mide, analiza y registra la eficacia de los planes de acción para alcanzar los objetivos y metas?	3	Energético
¿Se monitorean, miden, analizan y registran la evaluación del consumo energético real versus esperado?	3	Energético
¿La organización ha definido e implementado un plan de medición energética apropiado a su tamaño y complejidad?	3	Energético
Evaluación de requisitos legales y otros requisitos	3,00	
¿Se evalúa y registra periódicamente el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos suscritos relacionados con su uso y consumo de energía?	3	Energético
Auditoría Interna Del Sistema De Gestión De La Energía	3,00	

<p>¿Se realizan auditorías internas a intervalos planificados para asegurar que el SGE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumple con los planes de gestión de energía, incluidos los requisitos de la Norma Internacional • Cumple con los objetivos y metas energéticas establecidas • Sea efectivamente implementado y mantenido y mejore el desempeño energético? 	3	Energético
<p>¿Se establece un calendario y un plan de auditorías teniendo en cuenta el estado y la importancia de los procesos y áreas a auditar, así como los resultados de las auditorías previas?</p>	3	Energético
<p>¿La selección de auditores y la realización de las auditorías aseguran la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría?</p>	3	Energético
<p>¿Se mantienen registros de los resultados de la auditoría y se le informan de estos a la alta dirección?</p>	3	Energético
<p>No Conformidad, Corrección, Acción Correctiva y Acción Preventiva</p>	<p>2,86</p>	

¿Se identifican y revisan las no conformidades reales y potenciales?	3	Energético
¿Se determinan las causas de las no conformidades reales y potenciales?	3	Energético
¿Se establecen medidas para asegurar que las no conformidades no vuelvan a ocurrir o se repitan?	3	Energético
¿Se determinan e implementan las acciones apropiadas?	3	Energético
¿Se mantienen registros de acciones correctivas y preventivas?	3	Energético
¿Las acciones correctivas y preventivas son apropiadas a la magnitud de los problemas reales o potenciales y a las consecuencias del desempeño energético?	2	Energético
¿Se aseguran que cualquier cambio necesario sea incorporado al SGE?	3	Energético
Control de Registros	2,33	

¿Los registros son suficientes para demostrar la conformidad con los requisitos de su SGE, de esta norma internacional y los resultados del desempeño energético alcanzado?	3	Energético
¿La organización ha definido e implementado controles para la identificación, recuperación y retención de los registros?	2	Energético
¿Los registros son legibles, identificables y trazables a las actividades relevantes?	2	Energético
Revisión de la dirección	3,00	
¿La alta dirección revisa a intervalos definidos el SGE para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continuas?	3	Energético
¿Se mantienen registros de las revisiones por la dirección?	3	Energético

<p>¿En las revisiones por la dirección se han considerado como entradas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • las acciones de seguimiento de revisiones por la dirección previas; • la revisión de la política energética; • la revisión del desempeño energético y de los IDEn relacionados; • los resultados de la evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y cambios en los requisitos legales y otros requisitos a los que la organización suscribe; • el grado de cumplimiento de los objetivos y metas energéticas; • los resultados de auditorías del SGEN; • el estado de las acciones correctivas y preventivas; • el desempeño energético proyectado para el próximo período; • las recomendaciones para la mejora? 	3	Energético
Resultados de la revisión	2,00	

<p>¿Los resultados de las revisiones incluyen decisiones y acciones tomadas relacionadas con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los cambios en el desempeño energético de la organización • Los cambios en la política energética • Los cambios en los IDEn; • Los cambios en los objetivos, metas u otros elementos del SGE, consistentes con el compromiso de la organización, con la mejora continua y la asignación de recursos? 	2	Energético
<p>CALIFICACIÓN PROMEDIO TOTAL DE LA EMPRESA</p>	<p>2,69</p>	