

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ingeniería Eléctrica

DEPARTAMENTO DE ELECTROENERGÉTICA



Trabajo de Diploma

Diagnóstico energético integral en el Kurhotel Escambray

Autor: Dayrón José Marín Pernas

Tutor: Dr. Carlos de León Benítez

Santa Clara

2016-2017

"Año 59 de la Revolución"

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ingeniería Eléctrica

DEPARTAMENTO DE ELECTROENERGÉTICA



Trabajo de Diploma

Diagnóstico energético integral en el Kurhotel Escambray

Autor: Dayrón José Marín Pernas

Tutor: Dr. Carlos de León Benítez

Profesor Titular Centro de Estudios Electroenergéticos,

Facultad de Ing. Eléctrica, UCLV

Email: charle@uclv.edu.cu

Santa Clara

2016-2017

"Año 59 de la Revolución"



Hago constar que el presente trabajo de diploma fue realizado en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas como parte de la culminación de estudios de la especialidad de Electroenergética, autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

Firma del Autor

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

Firma del Tutor

Firma del Jefe de Departamento
donde se defiende el trabajo

Firma del Responsable de
Información Científico-Técnica

PENSAMIENTO

"Sólo es posible avanzar cuando se mira lejos. Solo cabe progresar cuando se piensa en grande."

José Ortega y Gasset

AGRADECIMIENTOS

A todas aquellas personas que me han apoyado durante mi carrera, especialmente a mi familia.

A mis compañeros que fueron de gran ayuda durante estos cinco años.

A mi tutor Carlos, por su guía y apoyo.

A la dirección del Complejo Turístico Topes de Callantes y a los compañeros del departamento de Servicios Técnicos del Kurhotel "Escambray" por el apoyo brindado durante la realización de este proyecto de tesis.

A todos los que de alguna forma contribuyeron al desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres Dania y José, por guiarme por el camino seguro.

A mi hermana Darianna, por estar presente con su apoyo incondicional.

A mi abuelo Fernando, que estaría orgulloso de verme culminar mis estudios.

TAREA TÉCNICA

Realizar estudios bibliográficos relacionados con la administración de la demanda de la energía eléctrica.

Caracterizar el sistema eléctrico de la instalación objeto de estudio.

Realizar el levantamiento de cargas instaladas a partir de la información técnica disponible y el chequeo de la instalación.

Caracterizar las cargas en cuanto a sus principales datos técnicos y otros aspectos.

Determinación de los indicadores de gestión electroenergéticos.

Análisis de resultados.

Propuesta de plan de medidas.

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un diagnóstico sobre los principales sistemas electroenergéticos del Kurhotel Escambray perteneciente al Complejo Turístico Topes de Callantes, situado en el macizo montañoso de Guamuhaya, provincia de Sancti Spíritus.

Las cargas que demandan mayor energía eléctrica en este tipo de institución se encuentran principalmente en sistema de clima y de bombeo, sin dejar de mencionar algunos equipos que tienen una gran influencia sobre la demanda, tal es el caso de los ascensores, medios de lavandería, hornos eléctricos, entre otros. Condicionado por el alto consumo de energía eléctrica se hace necesario mantener un estricto y adecuado control de la operación de las cargas en esta instalación con vistas a lograr una gestión energética más eficiente.

Se realizó el levantamiento de cargas en el hotel a partir de la información técnica disponible y el chequeo físico de la instalación. Las cargas fueron caracterizadas en función de sus datos técnicos, localización y función que realizan. Se determinaron los principales índices de eficiencia energética en la instalación aplicando las herramientas del Sistema de Gestión de Eficiencia Energética

A partir de las tareas realizadas se hizo un análisis que permitió proponer un conjunto de medidas que contribuyen al uso eficiente de la energía eléctrica en la instalación y a preservar los medios electroenergéticos.

TABLA DE CONTENIDOS

PENSAMIENTO	i
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
TAREA TÉCNICA	iv
RESUMEN	v
TABLA DE CONTENIDOS	vi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: ACTUALIDAD DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL SECTOR HOTELERO	4
1.1 Introducción	4
1.2 Eficiencia energética y suministro de energía en el sector hotelero	5
1.2.1 Cuba y la eficiencia energética	7
1.3 Estrategias y métodos de ahorro energético en el sector hotelero	10
1.4 Climatización	11
1.4.1 Clasificación por el alcance de la instalación	12
1.4.2 Clasificación por fluido portador de calor	13
1.4.3 Recomendaciones generales para el acondicionamiento de aire	14
1.5 Sistema de Bombeo de Agua	15
1.6 Sistema de Iluminación	16
1.6.1 Mejoras en Eficiencia Energética de los Sistemas de Iluminación	19
1.6.2 Ventajas de los fluorescentes LED sobre los fluorescentes tradicionales	22
1.7 Refrigeración	23
1.7.1 Elementos claves para el uso racional de energía (URE) en sistemas de refrigeración	24
1.7.2 Recomendaciones generales de operación de equipos de refrigeración	26
CAPÍTULO 2: ESTUDIO DE CARGABILIDAD Y CONSUMO DE ENRGÍA ELÉCTRICA EN EL KURHOTEL ESCAMBRAY	27
2.1 Introducción y características generales del Kurhotel Escambray	27
2.2 Sistema de distribución eléctrico.	29
2.2.1 Servicio eléctrico "Ala A"	32
2.2.2 Servicio eléctrico "Ala B"	32
2.2.3 Servicio eléctrico "Ala C"	32
2.2.4 Servicio eléctrico "Ala D"	32
2.2.5 Servicio eléctrico "Cuerpo Central"	33
2.2.6 Servicio eléctrico "Bombas"	33
2.2.7 Servicio eléctrico "Ascensores"	33
2.3 Caracterización de las cargas	33
2.3.1 Sistema de Clima	33
2.3.2 Sistema de bombeo y calentamiento de agua	38
2.3.3 Sistema de Iluminación	39

2.3.4 Otros servicios	40
2.4 Indicadores de consumo de energía y de eficiencia energética.	42
2.5 Análisis de resultados	50
2.6 Propuesta de un plan de medidas	52
2.7 Conclusiones Parciales	52
CONCLUSIONES GENERALES.	54
RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	56
ANEXOS	60

INTRODUCCIÓN

Entre las características principales de un sistema de energía eléctrica están las de abastecer a todos los puntos de carga con una buena calidad de servicio y la de operar con los mínimos costos económicos posibles. Estas características pueden obtenerse con una planificación integral del sistema, no sólo para conocer y optimizar su estado actual, sino también para formular las medidas que puedan adoptarse con vista a alcanzar condiciones futuras más favorables.

Una de las herramientas necesarias para esta planificación consiste en contar con el conocimiento de las características de la carga instalada al sistema para tener una proyección de cómo llevar a cabo el consumo de energía.

Entre otros recursos, los establecimientos hoteleros utilizan una notable cantidad de energía para suministrar los servicios y el confort que ofrece a sus clientes. Es por ello que los imperativos de control de la demanda y el ahorro de energía se convierten en compromisos que debe asumir el sector hotelero, donde existe todavía un gran potencial para el ahorro energético.

En el presente trabajo se hace énfasis en la necesidad de profundizar más en el estudio energético de este tipo de instituciones para lograr que todas sus instalaciones funcionen al máximo nivel teniendo en cuenta la política trazada por el país en materia de ahorro.

La utilización racional de la energía en el sector hotelero se puede implementar en varios procesos y equipamientos donde el consumo es importante, por ejemplo: en los sistemas de alumbrado, de ventilación y extracción, de bombeo de agua a temperatura ambiente (ATA) y en el riego, además en los sistemas de producción de agua caliente y sistemas de producción de agua fría.

A veces, el hecho de no ejecutar medidas de ahorro energético va ligado a un desconocimiento por parte de los profesionales del sector, acerca de las soluciones tecnológicas para la reducción del consumo, que en algunos casos son de una gran sencillez.

El presente estudio cobra gran importancia en el marco del programa de ahorro energético que lleva a cabo el país. Usualmente el consumo de energía eléctrica es el mayor consumo energético dentro de un hotel, existiendo allí un gran potencial para el ahorro de energía. En tal sentido, basado en lo expuesto anteriormente puede plantearse como **problema científico** de esta tesis: ¿Puede evaluarse el estado actual de la situación electroenergética en el Kurhotel Escambray de Topes de Collantes, proponer mejoras al equipamiento existente y medidas con vistas a mejorar la gestión energética de la instalación y la reducción de los índices de consumo?

Objetivo General

Realizar un diagnóstico energético integral en el Kurhotel Escambray, que permita focalizar las principales áreas candidatas para la introducción de equipamiento eficiente y la puesta en práctica de medidas con vistas a mejorar la gestión energética de la instalación y la reducción de los índices de consumo.

Objetivos Específicos

- Analizar los referentes teóricos sobre gestión y eficiencia energética en instalaciones hoteleras.
- Realizar un diagnóstico integral a todas las instalaciones electroenergéticas dentro de la entidad objeto de estudio y caracterizar las cargas en cuanto a sus principales datos técnicos, localización y función que realizan.
- Evaluar los principales indicadores de consumo basados en el índice ocupacional.
- Proponer un conjunto de medidas que permitan mejorar los índices de eficiencia energética de la instalación y su gestión energética.

El valor teórico: Sistematización de los conocimientos acerca del ahorro de portadores energéticos en el sector hotelero.

El valor metodológico: La documentación asociada al análisis y el diseño del sistema para evaluar las técnicas de ahorro de los diferentes componentes de los sistemas.

El valor práctico: Propuesta de un conjunto de medidas que permite en términos de consumo energético, la reducción de gastos asociados al mismo.

Organización del trabajo

En el capítulo uno (Actualidad de la gestión energética en el sector hotelero) se realiza una revisión bibliográfica relacionada con la actualidad de la gestión energética y las características del equipamiento utilizado en el sector hotelero. Se abordan aspectos sobre eficiencia energética y suministro de energía. También se hace un resumen sobre los sistemas más significativos y los aspectos relacionados con las características propias de la instalación en cuanto a la red de suministro eléctrico instalada.

En el capítulo dos (Estudio de cargabilidad y consumo de energía eléctrica en el Kurhotel Escambray) se desarrolla la caracterización de los principales servicios y sistemas eléctricos conformados por una diversidad de cargas, las cuales son debidamente clasificadas en base a sus características más importantes. Para ello fue imprescindible el levantamiento de la carga instalada donde se relacionan para cada tipo de equipo el lugar en que se encuentre instalado, los datos técnicos y la cantidad existente. También se lleva a cabo el cálculo de los principales índices de consumo y de eficiencia energética.

CAPÍTULO 1: ACTUALIDAD DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL SECTOR HOTELERO

1.1 Introducción

A raíz de la difícil situación energética por la que transitaba el país debido a los altos costos de los combustibles fósiles en el mercado internacional y a la insuficiente capacidad de generación de energía eléctrica, se pone en práctica un proyecto orientado por el comandante en jefe Fidel Castro Ruz, con el objetivo de promover el uso racional de la energía y fomentar una cultura basada en el ahorro de la misma, sin dejar de tener en cuenta los requisitos para lograr un desarrollo sostenible, fomentando las inversiones encaminadas a una disminución de los costos energéticos y la reducción del impacto ambiental originado por el uso de la energía.

En el actual proceso de restructuración económica que se pone en práctica con el cumplimiento de los lineamientos aprobados en el VII Congreso del Partido Comunista de Cuba, se hace prioritario encaminar la economía cubana hacia una mayor eficiencia energética en todos sus sectores, teniendo como objetivo fundamental la disminución de la intensidad energética para así trabajar en vista al desarrollo de fuentes de energía renovable y a la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero hacia la atmósfera.

La gestión energética como herramienta trata de buscar de forma específica y eficiente, cada uno de los portadores energéticos que se utilizan en un determinado edificio o industria, de forma que se reduzca su consumo al mínimo y con ello los costos en \$/mes, manteniendo y mejorando las prestaciones que se requieren, con el resultado de un importante ahorro de las energías disponibles, pero respetando toda la normativa técnica y sin dejar de lado la calidad de los servicios.

La utilización racional de la energía en el sector hotelero se puede implementar en varios procesos y equipamientos donde el consumo es significativo, por ejemplo: en los sistemas de alumbrado, de climatización, de bombeo de agua y sistemas de producción de agua caliente entre otros.

1.2 Eficiencia energética y suministro de energía en el sector hotelero

La eficiencia energética es una práctica que tiene como objeto reducir el consumo de energía. Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden reducir el consumo energético para disminuir costos y promover sostenibilidad económica, política y ambiental. Los usuarios industriales y comerciales pueden desear aumentar eficacia y maximizar así su beneficio. El consumo de la energía está directamente relacionado con la situación económica y los ciclos económicos, por lo que es necesaria una aproximación global que permita el diseño de políticas de eficiencia energética. A partir de 2008 la ralentización del crecimiento económico significó una reducción del consumo a nivel global que tuvo su efecto sobre la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Entre las preocupaciones actuales está el ahorro de energía y el efecto medioambiental de la generación de energía eléctrica, buscando la generación a partir de energías renovables y una mayor eficiencia en la producción y el consumo, que también se denomina ahorro de energía. (Fundación Repsol, 2013)

La eficiencia competitiva de los recursos, en el caso de la energía eléctrica, es la base para un aprovechamiento óptimo e integral de los insumos con los que cuenta cualquier organización. (Gorrín, 2004) Así, los costos energéticos y la tecnología empleada en su consumo constituyen verdaderos elementos de competitividad. Bajo estas condiciones, los líderes de este tipo de empresas (turísticas) deben ser capaces de identificar escenarios (oportunidades y debilidades) a fin de abrirse a nuevas ideas y fomentar innovaciones tecnológicas que induzcan a lograr una mayor eficiencia en el uso de los recursos. Deben adoptar un compromiso para el cambio, con una mejora continua. “Las compañías exitosas son aquellas que crean constantemente nuevo conocimiento y lo aplican rápidamente en nuevas tecnologías, nuevos productos o nuevos servicios”. (Porter, 2002)

Vivimos momentos en los que la eficiencia y la competitividad deben ser objetivo común en la gestión de nuestras empresas. Cada día son más los competidores que intentan alcanzar el posicionamiento que nuestra empresa puede hoy disfrutar. Clientes más formados y, por tanto, más informados, con un mayor nivel de exigencia, nos pedirán más servicios y más calidad al menor precio posible. El

cliente quiere ir más lejos, más rápido, al menor costo, sin sacrificar la seguridad, confort, garantía y calidad. (Pámies, 2007)

La eficiencia energética es un instrumento fundamental para dar respuesta a los cuatro grandes retos del sector energético mundial: el cambio climático, la calidad y seguridad del suministro, la evolución de los mercados y la disponibilidad de fuentes de energía. Por eficiencia energética se entiende el conjunto de actividades encaminadas a reducir el consumo de energía en términos unitarios, mejorando la utilización de la misma, con el fin de proteger el medio ambiente, reforzar la seguridad del abastecimiento y crear una política energética sostenible. Se trata de utilizar mejor la energía. El objetivo de una política de eficiencia energética es fomentar comportamientos, métodos de trabajo y técnicas de producción que consuman menos energía. Para ello se ha definido el perfil de eficiencia energética de la empresa a través del análisis detallado de los cuatro factores clave que lo determinan. Los cuatro factores analizados son:

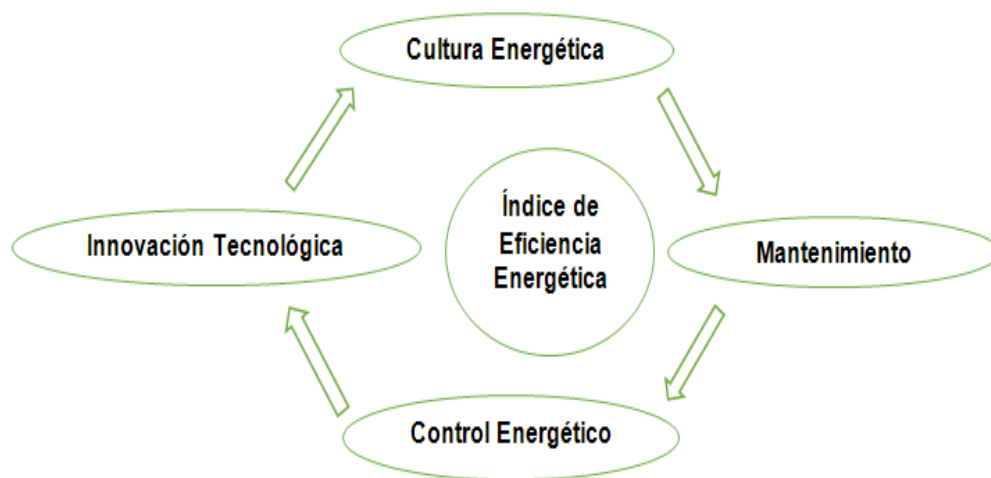


Figura 1.1 Factores claves que determinan la eficiencia energética.

Cultura Energética: Está dada por el nivel de información existente en la organización, la formación interna y la política de empresa en el ámbito de la eficiencia energética.

Mantenimiento: Se determina el nivel de sensibilidad existente en la empresa en el mantenimiento de los diferentes equipamientos utilizados, con objeto de alcanzar el óptimo rendimiento desde el punto de vista de la eficiencia energética.

Control Energético: Se analiza el nivel de gestión del gasto energético, a través de la aplicación de métodos de medición y la implantación de procesos administrativos adecuados.

Innovación Tecnológica: Se valora el grado de actualización de la empresa en lo que se refiere a los medios técnicos aplicados en las instalaciones, tanto de producción, como de servicios generales. (Fenosa, 2007)

Para una correcta gestión energética del Sector Hotelero, es necesario conocer los aspectos que determinan cuáles son los elementos más importantes a la hora de lograr la optimización energética, conocimiento que nos permitirá un mejor aprovechamiento de nuestros recursos y un ahorro tanto en el consumo como en el dimensionamiento de las instalaciones. De la diversidad de instalaciones que puede acoger el sector, así como del catálogo de servicios que se ofrece depende el suministro de energía.

Generalmente el consumo de energía eléctrica es el principal consumo energético de un hotel y se destina a proporcionar servicios de climatización, alumbrado, bombeo de agua, ascensores, maquinaria eléctrica de cocinas, restaurante, lavandería, etc. Este consumo varía a lo largo del año, debido a diversos factores tales como la ocupación o la diferente climatología en cada época, así como también varía en el transcurso de un día. (Alicante, 2011) A la hora de realizar la distribución del consumo energético en el sector se observa que, debido a la gran variedad de tipos de establecimientos hoteleros, situación geográfica, etc., es difícil hacer una distribución estándar del consumo de energía, ya que existe una gran variedad en los porcentajes de consumo.

Las aplicaciones que más consumo de energía concentran son: Iluminación, Climatización y Maquinarias aunque no tiene por qué ser así en todos los hoteles. (Fenosa, 2007)

1.2.1 Cuba y la eficiencia energética

El Estado cubano en aras de reducir los impactos ambientales, económicos y lograr una mejor calidad de vida y confort se ha trazado tres direcciones principales para conformar una política energética acorde al desarrollo sostenible:

- Elevación de la eficiencia energética, eliminando esquemas de consumo irracionales, usando equipos de alta eficiencia, reduciendo la intensidad energética en los procesos industriales, aprovechando las fuentes secundarias de bajo potencial, utilizando sistemas de cogeneración y empleando en general la energía de acuerdo a su calidad.
 - 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.
- Empleo de tecnologías para atenuar los impactos ambientales, o tecnologías limpias, como son los sistemas depuradores de gases de la combustión o las tecnologías de la gasificación del carbón en ciclos combinados con turbinas de gas.

Para lo cual se han adoptado las siguientes medidas para la transformación del sistema:

- Adquisición e instalación de equipos de generación más eficientes y seguros con grupos electrógenos y motores convenientemente ubicados en distintos puntos del país.
- Intensificación acelerada del programa para incrementar el uso del gas acompañante del petróleo nacional en la generación de electricidad mediante el empleo de ciclo combinado. Con la extracción de petróleo se generan importantes cantidades de este gas el que se utiliza para la cocción de los alimentos en una parte de la capital, ahorrando electricidad y en algunas de las termoeléctricas del país que están preparadas para la quema simultánea de gas y petróleo crudo.
- Se sustituye de esta manera el 30% del crudo que normalmente consumían por gas acompañante, y así se mejora la eficiencia de estas plantas. Este es la fuente de energía no renovable más limpia y barata en el país.
- Rehabilitación total de las redes de distribución anticuadas e ineficientes que afectan el costo y calidad del fluido eléctrico. Este proceso persigue como objetivo reducir las pérdidas de distribución (desde valores del 18% a menos del 11%) y los bajos voltajes, lo cual es como construir plantas

termoeléctricas que no consumen combustible, y mejora la calidad del servicio eléctrico, es decir, se ahorra capacidad generadora y combustible.

- Priorización de los recursos mínimos necesarios para una mejor disponibilidad de las plantas del sistema electro-energético nacional y su paso a conservación. Este sistema de termoeléctricas será sustituido paulatinamente por la nueva generación de motores, incluidos los de ciclo combinado.
- Un programa intensivo de investigación y desarrollo del uso de la energía eólica y solar en Cuba. Se realizan mediciones de la velocidad del aire en todas las regiones fundamentales del país.

Esta concepción de generación y uso de los combustibles tiene las siguientes ventajas:

- Valores mínimos de combustible por kW.h generado.
- Valores de potencia unitaria cuya capacidad, en caso de avería, no tiene impacto significativo en la disponibilidad del sistema.
- Distribución geográfica adecuada, lo cual contribuye a protección del servicio eléctrico de la población y los objetivos económicos y sociales en caso de averías y huracanes.
- Disponibilidad mayor del 90%, mayor que el 60% de las plantas termoeléctricas.
- Con la extracción de petróleo se generan importantes cantidades de gas, fuente de contaminación, que puede después de una sencilla purificación ser utilizado como combustible para la quema en las plantas termoeléctricas con lo cual después de amortizado la inversión se puede obtener un kW.h por menos de dos centavos.

También dentro de esta estrategia se ejecuta un programa intensivo de ahorro de energía eléctrica en los sectores residencial y estatal que contiene:

- El cambio de bombillos incandescentes por bombillos ahorradores.
- Sustitución de los refrigeradores ineficientes en manos de la población.
- Sustitución de ventiladores rústicos e ineficientes por otros nuevos.
- Sustitución de las cocinas eléctricas rústicas por otras más eficientes.

- Cambios en la tarifa para el cobro de la electricidad.
- Cambios, en el sector estatal, de los motores y bombas en los sistemas de abasto de agua para la población, para riego agrícola, para uso animal y otros bombeos donde existan amplias reservas para el ahorro. (Carpio, 2013)

1.3 Estrategias y métodos de ahorro energético en el sector hotelero

Para avanzar hacia el mejor aprovechamiento de la energía eléctrica en un hotel se han propuesto un conjunto de estrategias que incluyen el uso de equipos eficientes, el cambio de hábitos, la incorporación de controles, la cogeneración y la realización de mejoras a los sistemas. Ante el desconocimiento de la eficacia relativa de cada estrategia, de su intensidad de aplicación en establecimientos hoteleros y del impacto real derivado, parece ser relevante emprender estudios para generar los conocimientos faltantes y así poder canalizar mejor los esfuerzos organizacionales orientados a un consumo más eficiente. (FENERCOM , 2007)

La Gestión Energética es un proceso de mejora continua a través del que se pretende fomentar la eficiencia energética, el ahorro económico y de materias primas energéticas, así como la disminución de las emisiones de CO₂.

Cada hotel puede implantar con mayor o menor intensidad el sistema de gestión energética en función de las necesidades o de la importancia que suponga la energía dentro del mismo.

La implantación de un Sistema de Gestión de la Energía en un Hotel requiere de un método, procedimientos y herramientas que permitan hacerlo de forma efectiva, en el menor tiempo posible y con bajo costo. La puesta en marcha de un sistema de gestión energético comprende los siguientes pasos:

1. Control, Registro y Monitorización de Consumos y Costos Energéticos.
2. Desarrollo de indicadores energéticos y su evolución temporal.
3. Diagnóstico y Auditoría Energética con Medidas de Mejora Energéticas.
4. Ejecución de Medidas de Mejora obtenidas en la Auditoría.
5. Medición y Verificación de las medidas de mejora ejecutadas. (Alicante, 2011)

El control del consumo energético de los hoteles es fundamental, y generalmente no se hace. El gasto de energía de sus instalaciones puede representar entre un 3-6% del total de los costos de explotación. Por otro lado, parece que también existe un desconocimiento de las instalaciones energéticas y su gestión, por parte de los empresarios y trabajadores que las utilizan. Esto significa que el nivel de eficiencia energética de los hoteles actuales es bajo. Por todo ello, el sector hotelero ofrece un gran potencial de ahorro de energía.

La demanda energética dependerá de factores como el tipo de hotel, localización, categoría o los servicios que ofrece, e influirá en el tipo de energía consumida: térmica o eléctrica. (Yuste, 2016)

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede afirmar que el presente estudio forma parte de varios de los pasos para poner en práctica un sistema de gestión energética, que aunque pudiera ser muy abarcador se concreta en medidas prácticas de mejoras que son formuladas luego del diagnóstico integral del lugar objeto de estudio y de los sistemas eléctricos que existen en él.

A continuación se resumirán las principales características del sistema eléctrico más importante utilizado en la red hotelera.

1.4 Climatización

El sistema de climatización representa generalmente el principal apartado en cuanto al consumo energético de un hotel. (Y. Díaz Torres, 2015), (Y. D. Torres, 2016) Este hecho, junto con la evolución de los costes energéticos, ha hecho que en los hoteles modernos se consideren los aspectos de diseño desde la óptica energética y que este enfoque, desde el punto de vista del ahorro energético, sea compatible con otros factores del diseño como pueden ser los estéticos o el confort. (Pizat)

La normativa española (S. Zaragoza-Fernández, 2014), (R. Villar-Burke, 2014) define climatización como: dar a un espacio cerrado las condiciones de temperatura, humedad relativa, calidad del aire y, a veces, también de presión, necesarias para el bienestar de las personas y/o la conservación de las cosas.

El acondicionamiento de aire es un proceso necesario para la optimización de algunos procesos industriales y para el bienestar de las personas que se encuentran dentro de un recinto.

El propósito de un sistema de acondicionamiento de aire es tratar el aire para lograr controlar condiciones de humedad, temperatura, pureza y ventilación, con el fin de proporcionar ambiente confortable a las personas y adecuado a máquinas y materiales cuyas condiciones de operación y conservación así lo exijan.

El consumo de energía de los hoteles significa unas de las partidas en las que los hoteleros pueden realizar ahorros más significativos. Dentro de este consumo, la climatización de zonas comunes y habitaciones puede permitir ahorros sustanciales a partir de la inversión en sistemas de control y apuesta por las energías renovables.

El sentido común jugará también un papel importante, ya que la propia construcción de los hoteles, las características de la «piel» del edificio, la distribución de los espacios y el aprovechamiento de la luz natural puede colaborar desde el principio al ahorro energético. Así mismo, se puede emplear aire exterior para reducir la producción de frío cuando la entalpía del aire exterior está por debajo de la del aire de retorno.

Estas medidas deben verse complementadas por un uso responsable de la energía destinada a la climatización del hotel, a través de un sistema de gestión electrónico que permita reducir el consumo y aplicar la climatización de iluminación. La aplicación de la telegestión permite supervisar a distancia el funcionamiento de toda la instalación, además de optimizar su funcionamiento a partir de los datos que vaya recopilando dicho sistema.

El consumo de energía de las habitaciones del hotel debería ser proporcional a la ocupación de las mismas y al uso real que realiza el huésped de la misma. Así, el objetivo de los sistemas de control energético de las habitaciones es el de conseguir máximo confort al mínimo costo. El objeto de climatizar cada zona es el de mantener las condiciones de máximo confort de temperatura, humedad relativa del aire y calidad del aire interior con un consumo energético mínimo. Los sistemas de gestión energética permiten controlar los parámetros de funcionamiento. (TecnoHotel)

1.4.1 Clasificación por el alcance de la instalación

La climatización puede hacerse en un solo local (unitaria), frecuentemente con un aparato que produce y emite su energía térmica, y centralizada, en la que un

aparato produce la energía térmica (calor o frío), se lleva a los locales a climatizar por medio de conducciones y se emite por medio de emisores. (E. Zudaire, 2012), (Puente Gil, 2015)

- Climatización unitaria: Este sistema es muy frecuente. En calefacción se emplea con chimeneas-hogar o diferentes tipos de calderas (de carbón, de gases butano, eléctricos). Para refrigeración lo más conocido es el llamado climatizador. Los aparatos unitarios de refrigeración no suelen tener un buen control de la humedad, por lo que pueden dar ambientes húmedos o secos en los locales.
- Climatización centralizada: En este sistema de climatización pueden, a su vez, distinguirse dos posibilidades: para un pequeño usuario (vivienda, p.e.) y para un usuario grande (un edificio completo, de cualquier dimensión). En refrigeración existen aparatos que tienen una parte, que comprende el compresor y el condensador, que se sitúa en el exterior y uno o varios evaporadores que se colocan en los locales a climatizar (sistemas partidos múltiples o *multisplit*). Suelen tener mejores rendimientos que los aparatos unitarios, pero adolecen de falta de control de la humedad ambiente.

1.4.2 Clasificación por fluido portador de calor

La energía térmica puede llevarse a los locales por medio de fluidos, llamados portadores de calor (que transportan el calor o energía térmica), y pueden ser: agua, aire o un fluido refrigerante. (Zambrana, 2014), (M. A. Lozano, 2013) Se puede establecer una clasificación en función del fluido portador de calor que llega a los locales. Se advierte que el aire es siempre el fluido que se trata de acondicionar, pero ello no quiere decir que sea siempre un fluido portador de calor.

- Sistemas con refrigerante: El fluido refrigerante se lleva, por tuberías, a los evaporadores, situados en los locales a climatizar. La necesaria ventilación ha de hacerse por otros medios.
- Sistemas todo aire: A los locales no llega más que el aire tratado en un climatizador o UTA (Unidad de Tratamiento de Aire) por medio de conductos e impulsado a través de diversos tipos de rejillas o difusores. Dado que el

caudal de aire mínimo exigible para ventilación suele ser insuficiente para llevar la energía térmica necesaria, hay que implantar sistemas de mezcla de aire de retorno con el aire exterior (de ventilación o de renovación), de lo que se encarga el climatizador.

- Sistemas agua-aire: A los locales llega el aire de estricto de ventilación tratado en un climatizador (llamado aire primario), pero con caudales insuficientes para transportar toda la energía térmica necesaria, de modo que se suple esa falta mediante aparatos terminales añadidos (ventiloconvectores/*fan-coils*, inductores) situados en los locales y alimentados por agua. Es este el sistema más caro de instalar, pero tiene muchas ventajas: el aire no recircula, por lo que tampoco se pasan olores de unos locales a otros; mejor regulación de los parámetros de cada local teniendo en cuenta muy precisamente sus necesidades específicas. (www.sacyv.com, 2015), (J. L Sánchez Ávila, 2012)

1.4.3 Recomendaciones generales para el acondicionamiento de aire

- Mantener puertas y ventanas cerradas en los ambientes acondicionados con el fin de evitar la entrada de aire caliente del exterior.
- Apagar los equipos de acondicionamiento de aire en las áreas desocupadas.
- Contemplar la posibilidad de apagar los equipos de acondicionamiento de aire en oficinas durante las horas de refrigerio.
- Mantener en condiciones de correcto funcionamiento los acondicionadores y además, en estado de buena limpieza los filtros, serpentines y ventiladores.
- En los espacios acondicionados disminuir en lo posible la carga de calor introducida por la excesiva iluminación, por maquinarias o equipos que permanezcan encendidos innecesariamente.
- Analizar la posibilidad de aislar térmicamente los edificios e instalaciones o, al menos, secciones de los mismos.
- Por todos los medios posibles favorecer la arborización alrededor de las edificaciones con ello se consigue disminuir la transferencia de calor hacia el

interior de las mismas, el resultado será la reducción sensible de las cargas de los acondicionadores de aire.

- Otra reducción en las cargas de los acondicionadores de aire se logra rediseñando los espacios siguiendo las normas de la Arquitectura Solar Pasiva que aconseja, entre otras cosas, favorecer la circulación de aire a través de determinados espacios.
- Mantener en buen estado los sistemas de control como presostatos y termostatos.

1.5 Sistema de Bombeo de Agua

Comprender la complejidad de la problemática del sector agua y las medidas de eficiencia en agua y energía dentro de un sistema de agua potable y saneamiento puede significar un largo camino para abordar los problemas dentro de esta área. La eficiencia en materia de energía y agua, cuando se aplica dentro de un proceso de planificación integrado, puede aplazar y, en algunos casos, eliminar la necesidad de inversión en infraestructura adicional.

Las mejoras en la eficiencia de los servicios de agua constituyen también las inversiones que más valen la pena porque retornan impresionantes rendimientos en forma de ahorros operacionales y generales, lo cual se traduce en un mejor servicio y en la optimización de la sostenibilidad financiera del operador.

Sobre la base de la distribución de pérdidas, la evaluación de la eficiencia energética en un sistema de agua potable y saneamiento debe incluir el análisis de los sistemas típicos donde se consume la energía, que en orden de importancia son (B. D. Tracey, 2014.):

- Conjunto motor-bomba, teniendo en cuenta eficiencia, condiciones de operación y aspectos de mantenimiento.
- Sistema de distribución, lo cual abarca conducciones, tanques de regulación y otros accesorios.
- Sistema electromotriz.
- Suministro energético.

Las medidas de ahorro típicas que se obtienen mediante esta metodología de análisis son las siguientes:

- Optimización del factor de potencia.
- Operación de bombas en zonas de máxima eficiencia.
- Utilización de motores de alta eficiencia.
- Disminución de pérdidas de carga en tuberías.
- Selección del calibre óptimo de conductores. (EVALUACIÓN PARA SISTEMAS DE BOMBEO DE AGUA)

La firma danesa Grundfos, especialista en fabricación de bombas de circulación, ha implementado un sistema de bombeo que permite ahorros eléctricos de un 80%. (T. Sørensen, 2015) Este sistema de bombeo va a ser puesto en marcha en colaboración con el Instituto Tecnológico Hotelero (ITH) mediante un proyecto piloto en el que participarán diversos hoteles españoles. Los resultados obtenidos en otros alojamientos internacionales permitieron ya alcanzar esos ahorros. Por ejemplo, el Hotel Radisson Blu (Rodrigues., 2016), en Lisboa, ha conseguido ahorros del 80%, sin variar la calidad del servicio a los clientes. También el Hotel Crowne Plaza, en Copenhague, alcanzó, tras instalar los equipos de Grundfos, una reducción del 88% en el consumo eléctrico, convirtiéndose así en uno de los hoteles más sostenibles del mundo.

Este proyecto, titulado “Optimización del Rendimiento y Ahorro Energético en Sistemas de Bombeo para Hoteles”, tiene como objetivo analizar el impacto real del empleo de bombas de circulación eficientes, piezas clave en algunos de los procesos más importantes que intervienen en la correcta prestación de servicios básicos en las instalaciones de los hoteles, como climatización, suministro de agua, piscinas y SPA, entre otros. (www.energynews.es, 2012)

1.6 Sistema de Iluminación

La iluminación refiere a la acción y efecto de iluminar. También, por medio de esta palabra se alude a aquellas luces dispuestas en un determinado lugar con el objetivo de alumbrar o dar luz a algo. (www.tiposde.org)

La iluminación es un apartado que representa uno de los consumos eléctricos más diseminado dentro del sector, dependiendo de su porcentaje de su tamaño, de las instalaciones complementarias, y el clima de la zona donde está ubicado. Este consumo puede oscilar en torno a un 15 %. (E. D. E. M. Empresas, 2007). Cualquier

mejora que se introduzca en los sistemas de iluminación de los establecimientos hoteleros tiene un impacto inmediato en el ahorro de energía y se recupera rápidamente la inversión. (Alicante, 2011) Se estima que podrían lograrse reducciones de entre el 20 % y el 85 % en el consumo eléctrico de alumbrado, merced a la utilización de componentes más eficaces, al empleo de sistemas de control y a la integración de la luz natural.

Los elementos básicos de un sistema de alumbrado son:

- Fuente de luz o lámpara: es el elemento destinado a suministrar la energía lumínica.
- Luminaria: aparato cuya función principal es distribuir la luz proporcionada por la lámpara.
- Equipo auxiliar: muchas fuentes de luz no pueden funcionar con conexión directa a la red, y necesitan dispositivos que modifiquen las características de la corriente de manera que sean aptas para su funcionamiento.

Estos tres elementos constituyen la base del alumbrado y de ellos va a depender esencialmente su eficiencia energética. (E. D. E. M. Empresas, 2007), (C. C. Rich, 2014.)

Un hotel es mucho más que un edificio donde alojarse. Es un espacio que debe ofrecer la máxima calidad, confort y los mejores servicios a sus clientes. Y una parte importante de esos servicios es una correcta iluminación, que genere tranquilidad y bienestar. La tecnología LED ofrece soluciones de iluminación que ayudan a crear ambientes confortables para los huéspedes, a mejorar los entornos donde los trabajadores desarrollan su actividad y a reducir el gasto en iluminación.

Los “focos ahorradores” o Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC) aprovechan la tecnología de los conocidos tubos fluorescentes pero en mucho menor tamaño. Los LED (Light Emitting Diode) usan un efecto denominado electroluminiscencia con un semiconductor inorgánico recubierto por una resina epoxi transparente unido a cátodo y ánodo que dan origen a la luz. (Twenergy, 2015)

El alumbrado de un hotel debe estar diseñado para crear la atmósfera adecuada a las diferentes necesidades de cada área, ofreciendo calidad y confort visual a todos

los usuarios. Las lámparas y luminarias LED pueden ser utilizadas tanto en interiores como en exteriores.

En los interiores se deben tener en cuenta los diferentes espacios del recinto y las necesidades de iluminación que requieren. Las zonas comunes, como la recepción, los pasillos, aparcamiento, áreas de restauración (bares y restaurantes) deben estar iluminados la mayor parte del día y de la noche. Los salones de actos y de reuniones necesitan una iluminación más funcional y las habitaciones requieren de un tipo de luz que favorezca el descanso y la relajación. (Cambara, 2015)

Las luminarias tipo LED proveen otros beneficios efectivos en costo también:

- Bajo consumo de electricidad. El ahorro en el consumo de electricidad oscila entre el 70 y el 95%, dependiendo de la iluminación con la cual se compara.
- Alta duración. Los LED tienen una duración de más de 70,000 horas. Esto puede significar cambiar las lámparas cada 50 años.
- Color. La iluminación LED ofrece 16 millones de colores.
- Ahorro de conductores. Al alimentarse a 12 y 24 Volt. Reducen los riesgos de electrocución, además y debido a su bajo consumo, el cableado puede ser netamente inferior en sección, ahorrando cobre en muchas instalaciones. Una instalación con iluminación LED puede hacerse con un cable de un calibre mucho menor al normal. En lugar de usar calibre 14 para iluminación se puede usar calibre 22. Otro beneficio es que no desgasta el cable eléctrico, a diferencia de las demás tecnologías.
- Respuesta casi instantánea. El encendido y apagado de los LED es rapidísimo, a diferencia de otros sistemas no se degrada por el número de encendidos; lo que los hace muy útiles en sistemas de apagado y encendido por detección de personas, frente a otras lámparas de tipo fluorescente lineal, lámparas fluorescentes compactas, o de vapor de sodio.
- Luz fría. Una lámpara ahorradora utiliza solamente el 10% de cada vatio para iluminar, el resto se va en calor, mientras la iluminación LED utiliza 90% para iluminar y solamente el 10% de calor. La iluminación LED no calienta, a diferencia de todos los demás.
- Menos desperdicio de iluminación. La iluminación LED no tiene pérdidas por la reflexión, todos los demás sistemas de iluminación necesitan de reflectores

para concentrar la luz al lugar donde queremos iluminar, lo que supone perder un 60% de efectividad, mientras que el LED no precisa estos sistemas y la luz puede ser dirigida a la zona que queremos iluminar con una eficiencia del 90%. Con las lámparas de LED se ha conseguido la mayor eficiencia lumínica, llegando hasta 130-150 lúmenes por vatio en las lámparas más eficiente.

- LED de alta potencia. Pueden tener una duración de hasta 100.000 horas, ya que no tienen filamentos, este hecho hace que no se fundan como lo hacen las lámparas tradicionales. Estos dispositivos de estado sólido son muy resistentes a los golpes.
- Emergencia. En caso de fallo de la red eléctrica, su bajo consumo hace fácil que mediante un sistema de baterías o de generador auxiliar pequeño, se consiga que la luz siga funcionando, por lo que puede ahorrar en sistemas paralelos de iluminación de emergencia, y se hará imprescindible en hospitales o lugares que requieran una iluminación a prueba de fallos. (Ledia Group, 2013)

1.6.1 Mejoras en Eficiencia Energética de los Sistemas de Iluminación

Por desgracia no todas las acciones de mejora han sido llevadas a cabo con éxito, dado que en muchos casos se han realizado sin los conocimientos técnicos adecuados y llevados por el ansía de conseguir un ahorro energético se ha descuidado la calidad del servicio. Es muy importante no olvidar que se está tratando de iluminación artificial, conforme a las necesidades humanas, y por tanto, han de tenerse en cuenta los aspectos físicos y psicológicos influenciados por la iluminación. Es necesario percatarse, no solo de la intensidad lumínica y de la energía consumida en ello, sino que también deben considerarse las sensaciones y necesidades del usuario. (R. L. Holman, 2015.)

En ocasiones se olvida que la iluminación más económica y que mejor calidad ofrece es la proveniente del Sol. La luz natural combinada correctamente con la iluminación artificial nos proporciona importantes ahorros tanto energéticos como económicos, aumentando el confort del establecimiento.

Podemos establecer unas líneas básicas de actuación sobre las instalaciones de iluminación en hoteles con el objetivo de mejorar la eficiencia energética de los mismos (Artero Carrillo, 2013):

- **Sustitución de lámparas o bombillas** de tecnologías ineficientes y anticuadas, por otras cuya tecnología presente mayor eficiencia energética. (R. L. P. Silva, 2013) La sociedad española ha asumido en los últimos años esta práctica, comenzando la sustitución de la bombilla incandescente por la de bajo consumo, y más recientemente se está extendiendo el uso de la bombilla LED. (J. B. García, 2014)

En un hotel son muy variados y diversos los entornos a iluminar, y con ello encontramos diversas tecnologías de lámparas, elegir la sustitución más adecuada en cada momento no es una acción sencilla y debe ser llevada a cabo sin descuidar los niveles de confort lumínico establecidos en cada caso.

A la hora de establecer sustituciones de bombillas o lámparas debemos tener en cuenta también el factor “tiempo de encendido”, ya que nos determinará el periodo de amortización de la sustitución que vayamos a realizar. Así como otros aspectos técnicos de la bombilla: temperatura de color, vida útil esperada, potencia de consumo, tensión de alimentación, presencia de balasto o tipología de casquillo de la bombilla a sustituir.

Cada sustitución debe analizarse de forma individual, analizando las peculiaridades de cada hotel, pero para que sirva de referencia:

- La sustitución de una bombilla Incandescente por una bombilla LED puede aportar un ahorro en torno al 80%.
 - La sustitución de un tubo fluorescente por un Tubo LED puede aportar un ahorro en torno al 65%.
 - La sustitución de una bombilla halógena dicroica por una equivalente al LED puede aportar un ahorro en torno al 85%. (A. G. A. Negrete, 2015)
-
- **Sustitución de luminarias** por otras que ofrezcan una mejor óptica o difusión de la luz emitida por la lámpara puede suponer una medida muy sencilla de ahorro de energía, al permitir la disminución de la potencia de la bombilla utilizada en la luminaria.

- **Sustitución de Equipos Auxiliares** (balastos y transformadores) electromagnéticos por equipos electrónicos. Los balastos electrónicos presentan muchas mejoras sobre los electromagnéticos:

1. Ahorro Energético.
2. Mayor Vida Útil en las Lámparas.
3. Menor Generación de Calor Residual.
4. Mayor Confort Visual.
5. Mayor Seguridad.
6. Mayor Simplicidad.
7. Mayor Flexibilidad

- **Limpieza de Lámparas y Luminarias** que en ocasiones acumulan polvo o partículas que dificultan la difusión de la luz empeorando su eficiencia. Esta medida en sí misma no es ahorradora pero mejora las condiciones de iluminación.
- **Optimización de los niveles de Iluminación** de la instalación para evitar excesos de luz que estén provocando consumo de energía innecesario, de la misma forma que para detectar carencia lumínica en zonas importantes. Realizar una revisión con cierta periodicidad.
- **Integración del Mantenimiento del sistema de Iluminación** dentro del plan de Mantenimiento Integral del Hotel con el objetivo de prever las reposiciones de lámparas, limpieza de luminarias, revisión de los equipos auxiliares. A parte de las lámparas que fallen prematuramente, es mucho mejor cambiar la totalidad al mismo tiempo; con ello se evitan grandes diferencias de flujo luminoso entre lámparas nuevas y antiguas.
- **Limitación y optimización de los tiempos de encendido** de las luminarias. En aquellas estancias que sea posible se debe limitar el tiempo de encendido de la iluminación. No en pocas ocasiones una luminaria permanece encendida durante todo el día, cuando en realidad no se utiliza más de 2 o 3 horas de forma efectiva. Para ello es recomendable estudiar el uso de:

1. Detectores de presencia en zonas de uso esporádico.

2. Detectores de luminosidad exterior que harán que los sectores de alumbrado estén apagados o encendidos en función de la luz del día.
3. Programación de horarios para el alumbrado de pasillos y escaleras.
4. Temporizadores (por detector o por pulsador) en aseos y baños.
5. Fomentar las buenas prácticas energéticas entre los empleados, para que sean ejemplo con el “Apague al Salir”.

- **Aprovechando la Luz natural** de forma adecuada en las estancias que pueda ser utilizada obtendremos sustanciales ahorros de energía.
- **Zonificación de espacios y estancias** iluminadas en el hotel, generalmente en zonas comunes y de servicio tales como el restaurante o salones de eventos, en los que pudiéndose encender y apagar distintos tipos de iluminación y zonas, se pueden adaptar la iluminación a la demanda o al ambiente demandado en cada momento.

Aplicando coherentemente el conjunto de medidas presentadas se puede disponer de un sistema de iluminación eficiente en el hotel, y obtener unos ahorros de energía considerables con inversiones relativamente bajas, en ocasiones casi nulas, procurando retornos de inversión bastante rápidos y de bajo riesgo.

Como la Energía Consumida = [Potencia de la instalación] x [Tiempo que la instalación ilumina], se deben priorizar las acciones de eficiencia sobre aquellas instalaciones potentes y que trabajan muchas horas al día.

1.6.2 Ventajas de los fluorescentes LED sobre los fluorescentes tradicionales

Las lámparas fluorescentes, al igual que otros sistemas de iluminación, ha evolucionado incorporando la tecnología LED. Esto ha permitido que los fluorescentes se vuelvan más eficientes y reducir las desventajas asociadas a los fluorescentes tradicionales.

La sustitución de un fluorescente tradicional por un fluorescente LED puede lograr ahorros energéticos del 50%. Además, estos equipos no necesitan balastos para su funcionamiento, lo que elimina el consumo asociado a estos equipos y evitan otra serie de inconvenientes típicos de este tipo de lámparas tradicionales.

- Dejan de producirse los molestos parpadeos intermitentes.
- El flujo luminoso se mantiene constante a lo largo de toda la vida de los tubos.
- Tiene un encendido automático e instantáneo sin necesidad de cebador.

Así mismo, los fluorescentes LED no están fabricados con vapor de mercurio, un gas contaminante y peligroso utilizado en fluorescentes tradicionales. Además de todas estas ventajas descritas, los fluorescentes LED presentan otras ventajas frente a los fluorescentes tradicionales:

- Tienen mayor resistencia a golpes o vibraciones.
- Son desmontables y reparables.
- Tiene una excelente direccionalidad de la luz con menor contaminación lumínica.
- Permiten la regulación de flujo dependiendo de las necesidades en cada momento.
- Se alarga la vida de la lámpara de las 8.000 horas que presenta un fluorescente tradicional a las 50.000 horas que consiguen los fluorescentes LED.

Los inconvenientes, en cambio, son muy pocos. En los fluorescentes LED, así como en todos los LED, la influencia negativa de los cambios de intensidad de corriente y temperatura en su vida útil y funcionamiento. (www.twenergy.com, 2015)

1.7 Refrigeración

La refrigeración de productos para su conservación es un proceso que requiere del consumo de una cantidad apreciable de energía. En la industria en muchos casos se observa operar un equipo de refrigeración bajo condiciones muy desfavorables que incrementan su consumo de energía. El usuario normalmente está más interesado en mantener las temperaturas requeridas que el estado de operación de los equipos o del costo de la producción.

Las razones principales de un bajo coeficiente de rendimiento de la planta se resumen, considerando el ciclo refrigerante y su uso que debe analizarse desde dos puntos principales:

- El mantenimiento deficiente de los intercambiadores de calor hace que la capacidad de refrigeración se vea disminuida y aumente el requerimiento de potencia del compresor. Si no se mantiene la carga del refrigerante adecuado para el ciclo, baja la temperatura de evaporación, lo que también reduce la capacidad del sistema.
- Por otro lado, la mala regulación o temperaturas de termostatos muy bajas incrementan los requerimientos de refrigeración. En cuartos fríos los requisitos de refrigeración aumentan inadmisiblemente debido a las aperturas de puertas del cuarto y defectos en los aislamientos. Las líneas de succión se mantienen aisladas para evitar un aumento innecesario en los requerimientos de refrigeración.

Los métodos corrientemente empleados para la producción de frío, a nivel de la tecnología actual, se basan fundamentalmente en dos sistemas o ciclos termodinámicos: el ciclo de compresión de vapor, y el ciclo de absorción. El Sistema de refrigeración por compresión de vapor es, el sistema más empleado en la actualidad y del que existen más realizaciones hechas a lo largo de muchos años.

Probablemente el porcentaje de instalaciones a compresión de vapor, referido a unidades de energía, representa un 95% del total de instalaciones. En general puede decirse que las instalaciones de producción de frío basada en el ciclo de absorción encuentran su mejor mercado en el campo de las instalaciones para acondicionamiento ambiental, aunque nada se opone técnicamente a su utilización en instalaciones de refrigeración industrial a temperaturas moderadamente bajas.

1.7.1 Elementos claves para el uso racional de energía (URE) en sistemas de refrigeración

Refrigerador Doméstico:

- Ubicarlo en el lugar más fresco del local, no exponerlo a los rayos del sol. Seguir esta simple recomendación significa mayor duración y menor consumo.
- Colocar el termostato en posición mínimo o medio, si está en posición máximo se consume aproximadamente 50% más.

- El consumo de energía del refrigerador se incrementa con el número y la duración de la apertura de la puerta. En el caso de congeladores debe limitarse aún más las aperturas.
- Si no se cuenta con dispositivo automático de deshielo, es conveniente evitar la acumulación del hielo (espesor menor de cinco mm) sobre la pared interna, pues ésta incrementa el consumo de energía y reduce el tiempo de vida del equipo.
- Asegurar que la puerta esté bien cerrada y la empaquetadura de goma en buen estado. El aislamiento térmico es muy importante.
- Evitar la formación de polvo en el condensador (limpiar la parte posterior).
- Los sistemas destinados al acondicionamiento ambiental de confort, tienen por objeto conseguir unas condiciones ambientales de temperatura mantenidas entre márgenes relativamente estrechos. De hecho estas temperaturas pueden mantenerse con facilidad si se dispone de una fuente de frío a temperaturas entre 4°C y 10°C. Termodinámicamente hablando, la producción de frío exige la existencia de un foco caliente, al que se “bombee” el calor que se extrae del lugar en el que se produce el frío deseado. Pues bien, en aplicaciones de acondicionamiento ambiental de confort, este foco caliente suele estar a temperaturas entre 40°C y 60°C.

Refrigeración Industrial:

- En el caso de la refrigeración industrial, en general, las condiciones de temperatura, tanto del foco frío como del foco caliente, varían dentro de márgenes mucho más amplios. De hecho y desde un punto de vista puramente científico, cabría pensar que el foco frío o la fuente de frío pueden estar entre unos pocos grados por encima del cero absoluto y unos pocos grados por debajo de la temperatura ambiente normal.
- Dadas estas condiciones, se comprende que los objetivos de la refrigeración industrial son muy amplios y variados. A título de ejemplo puede decirse que la refrigeración industrial debe cubrir el objetivo de producir frío para el almacenamiento de caramelos a unos 15°C, en condiciones estrictas, tanto de temperatura como de humedad; para el oreo de carne de vacuno entre 0°C y -2°C; debe atender simultáneamente a las exigencias de frío a -30°C

para la conservación de helados, a -20°C para la conservación de congelados y a -4°C para la conservación de carne.

1.7.2 Recomendaciones generales de operación de equipos de refrigeración

- El empaque de las puertas de los equipos de refrigeración debe permitir un cierre hermético para impedir la entrada de aire caliente al espacio refrigerado.
- Revisar con cuidado el funcionamiento de los termostatos de modo que apague el equipo cuando se alcance la temperatura programada. En algunos casos los presostatos.
- Inspeccionar regularmente el estado del refrigerante con el fin de prevenir fugas del mismo.
- Revisar el estado de aislamiento en las líneas de succión.
- Optimizar la temperatura de operación del refrigerador asesorándose con un experto en asuntos de conservación de alimentos, bebidas, etc.
- Cualquier ruido que se presente en el sistema de refrigeración debe corregirse inmediatamente.
- Limpiar con frecuencia los filtros y los condensadores de los equipos de refrigeración. (I. P. DR. JUAN CARLOS CAMPOS AVMSC. EDGAR LORA FIGUEROA)

CAPÍTULO 2: ESTUDIO DE CARGABILIDAD Y CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL KURHOTEL ESCAMBRAY

En el presente capítulo se realizará una caracterización detallada de los principales sistemas eléctricos (climatización, refrigeración, bombeo, iluminación, etc.) de la institución seleccionada para el estudio.

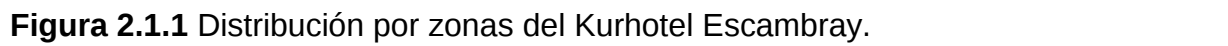
Este estudio puede contribuir a detectar una serie de deficiencias que pudiesen interferir con una correcta gestión energética en la institución antes mencionada y de esta manera dar paso a la propuesta de una serie de medidas que puedan propiciar el alcance de una mayor eficiencia energética.

2.1 Introducción y características generales del Kurhotel Escambray

El Kurhotel Escambray, con categoría de diseño de 4 estrellas, forma parte del Complejo Turístico Topes de Collantes perteneciente al Grupo de Turismo Gaviota S.A, su tiempo de explotación data desde 1953, fecha en la que fue inaugurado dicha institución. Actualmente ocupa una superficie cercana a los 64 000 m² y se encuentra ubicado en la cordillera del Escambray (macizo montañoso de Guamuahaya) en su porción centro sur, a más de 800 metros sobre el nivel del mar, asolo 20 km de la ciudad de Trinidad Patrimonio de la Humanidad, provincia de Sancti Spíritus. El Complejo administra un área total de 200 km cuadrados, con categoría de manejo de Paisaje Natural Protegido, desarrollando en sus áreas de uso público los programas de Turismo Especializado o de Naturaleza. Dentro de los sitios destinados para el descanso y la acogida de huéspedes, se destaca el conjunto hotelero Los Helechos – Villa Caburní, con categoría de internacional. También se encuentran estructurados los servicios extrahoteleros en seis Parques Naturales con sus respectivos servicios gastronómicos. De los atractivos naturales, los más significativos y que se constituyen en opciones turísticas, en forma de excursiones para huéspedes y turistas, son el Salto del Caburní, el Salto de Vega Grande, el Salto del Rocío y la Poceta del Venado, estas dos últimas en Guanayara y la Hacienda Codina, entre otros.

La entidad objeto de estudio oferta servicios de rehabilitación y revitalización, descritos en los 10 programas integrales de salud, entre los cuales resaltan los de valoración y seguimiento, terapéuticos, gimnasia terapéutica especializada, medicina tradicional y natural, psicofisiología, oftalmología, podología y tratamiento

A photograph of a green plastic puzzle piece with labels A, B, C, D, D/E, and E. The piece is placed on a map background showing a road network and a building labeled 'KURHOTEL' and 'Gray'.



28

ofrece además servicios de hotelería, estética, educación, información y documentación, en correspondencia con necesidades y prioridades de sus clientes.



Figura 2.1.2 Kurhotel Escambray.

2.2 Sistema de distribución eléctrico.

Proveer de energía eléctrica al territorio de Topes de Collantes, constituye un mérito para la empresa eléctrica provincial de Sancti Spíritus debido a las dificultades que representa la situación geográfica de esta comunidad y a la basta vegetación que la rodea.

Las líneas de subtransmisión de 34.5 kV provenientes de Trinidad llegan a la subestación desatendida de 4.16 kV, ubicada en la zona urbana, la misma está equipada con 2 transformadores de 2500 kVA cada uno, desde donde se alimentan los circuitos 64, 66 y 65, a este último pertenece la red eléctrica de la entidad objeto de estudio.

Las líneas provenientes de la subestación llegan de forma soterrada hasta el banco de transformadores general del hotel, con capacidad de 999 kVA, conexión delta-estrella, cuatro hilos (tres fases y neutro), relación de voltaje de 4.16 / 0.44 kV. La energía es suministrada hacia los distintos servicios (ver figura 2.2.1) y controlados a través de la Pizarra General de Distribución (PGD) (ver figura 2.2.2). Cercano a la PGD, se sitúa un banco de condensadores con el objetivo de elevar el factor de

potencia al nivel factible. Distribuidos en el edificio, se encuentran una serie de transformadores de tipo seco de 380 V y 220 V, con el fin de obtener el voltaje requerido para cada servicio. Es necesario mencionar que la instalación cuenta con otro banco de transformadores general de reserva, de igual capacidad al ya antes mencionado.

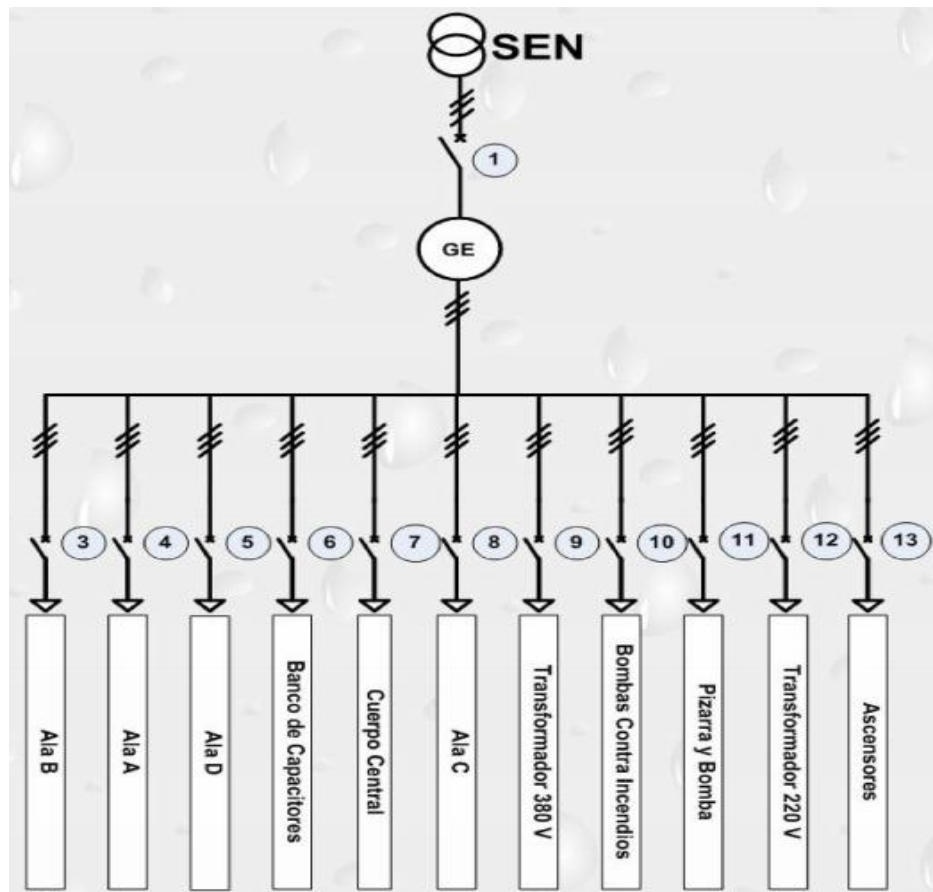


Figura 2.2.1 Diagrama monolineal simplificado del Kurhotel Escambray. (CEDAI)

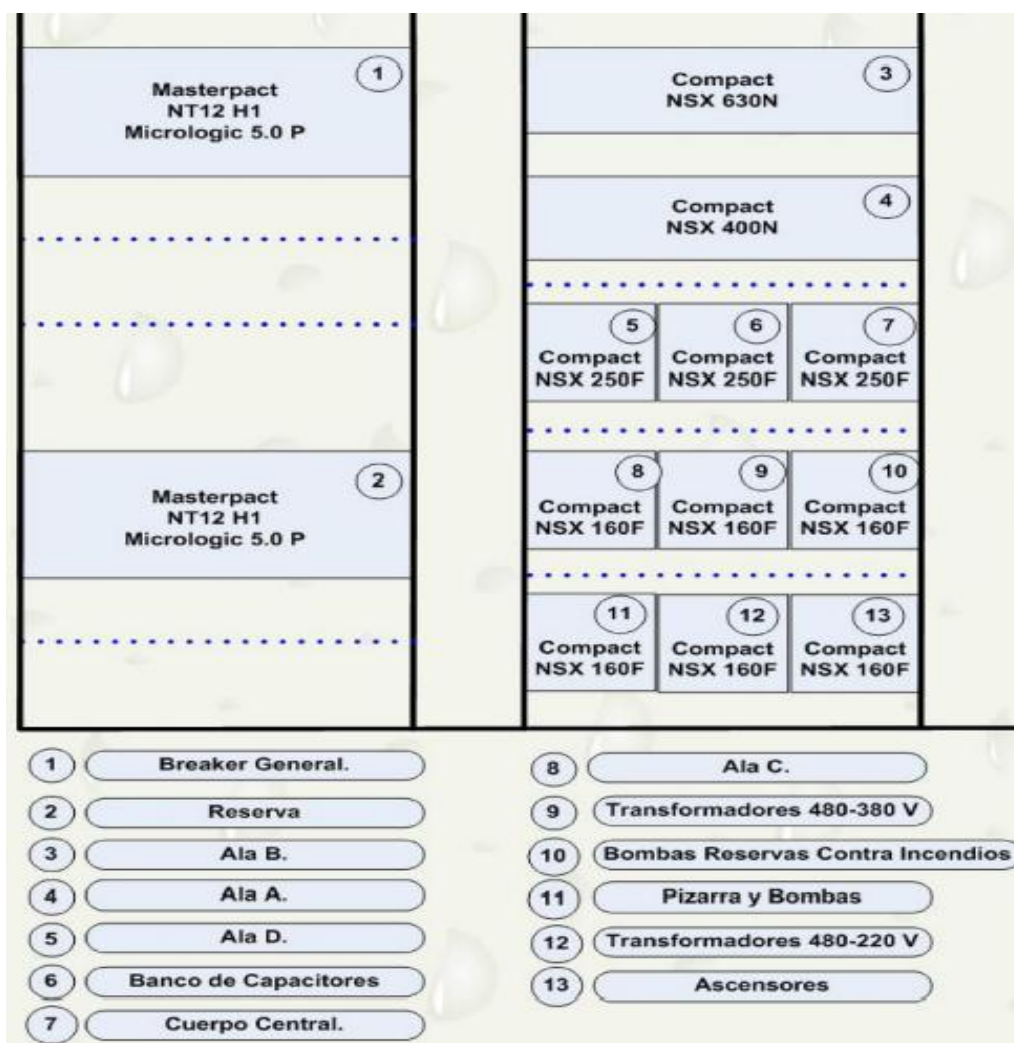


Figura 2.2.2 Pizarra general de distribución (PGD). (CEDAI)

También se encuentra instalado un grupo electrógeno de fabricación italiana, capaz de generar energía en caso de falla del sistema y a la vez puede sincronizar para el Sistema Electroenergético Nacional (SEN), de ser necesario.

Tabla 2.2.1 Principales características del grupo electrógeno.

Fabricante	Modelo	S (kVA)	Volt(V)	In(A)	rpm	fp
Marelli Generators	MJB 355 MA4 B34	712	480	856	1800	0.8

Es preciso mencionar que la red eléctrica del Kurhotel Escambray también alimenta con energía eléctrica de forma soterrada a la dirección del complejo y al Museo de Arte Cubano, situados aproximadamente a 300 y 600 metros de distancia

respectivamente, a los cuales el Departamento de Servicios Técnicos les factura la energía consumida a una tarifa fija, lo mismo sucede con la panadería-dulcería, que a diferencia de los dos lugares antes mencionados, este se encuentra ubicado en la propia instalación.

A continuación se realizara una breve descripción de algunos de los servicios eléctricos que son controlados desde la PGD.

2.2.1 Servicio eléctrico “Ala A”

Alimenta un total de 51 habitaciones Standard y 8 habitaciones Suite, la lavandería en la planta baja y servicios médicos de Balneoterapia, Gastroenterología, Estomatología, Rayos X, Ultrasonido, en la primera y segunda planta.

2.2.2 Servicio eléctrico “Ala B”

Alimenta un total de 51 habitaciones Standard y 8 habitaciones Suite, las oficinas de la dirección del Kurhotel en la planta baja, servicios médicos de fisioterapia, psicología, psiquiatría, cardiología y medicina natural tradicional, en la primera y segunda planta.

2.2.3 Servicio eléctrico “Ala C”

Alimenta un total de 44 habitaciones Standard, el restaurante “Las Azaleas”, el comedor obrero, el cabaret “Cimas de Oro” y la panadería – dulcería.

2.2.4 Servicio eléctrico “Ala D”

Alimenta un total de 50 habitaciones Standard, el restaurante “Los Vitrales” (actualmente fuera de servicio), la cafetería, el infusionario, la sala de juegos, sala de video y estética.

2.2.5 Servicio eléctrico “Cuerpo Central”

Alimenta las enfermerías, cuartos de enfermerías, consultas, restaurante “Protocolo”, apartamentos, cocina de los apartamentos, tienda TRD, farmacia, Snack Bar, teatro.

2.2.6 Servicio eléctrico “Bombas”

Alimenta el sistema de bombeo ATA (Agua a temperatura ambiente) y de agua caliente, bomba de combustible y el sistema de boba contra incendio, este último se encuentra fuera de servicio por no presentar los conductores de agua requeridos.

2.2.7 Servicio eléctrico “Ascensores”

Alimenta cuatro ascensores, de ellos, dos para huéspedes, uno para el personal de servicio y el otro para camillas.

2.3 Caracterización de las cargas

A continuación se caracterizan cada uno de los sistemas mencionados al inicio del presente capítulo, haciendo énfasis en los tipos y cantidad de equipos que lo componen, sus datos técnicos más importantes y su ubicación.

2.3.1 Sistema de Clima

El equipamiento que conforma este tipo de sistema puede ser clasificado en tres formas diferentes:

- Según su forma de control
 - Automático
 - Manual
- Según el alcance de la instalación
 - Centralizado
 - Unitario
- Según su consumo
 - Pequeño (menos de 3 kW)
 - Mediano (entre 3 y 10 kW)
 - Alto (más de 10 kW)

Tabla 2.3.1 Principales características del sistema de climatización.

Equipo	Ubicación	Volt(V)	P(kW)	Fases	Unidades	P. Total (kW)
<i>Split</i> 1 ton	Habitaciones <i>Standard</i>	220	1.005	1	192	192.6
<i>Split</i> 1 ton	<i>Suite</i>	220	1.005	1	16	16.08
<i>Split</i> 1 ton	Apartamentos	220	2.4	1	2	4.8
Consola 30 ton	Restaurante Las Azaleas	220	5.6	3	1	5.6
Consola 20 ton	Estomatología	220	2.76	3	1	2.76
Consola 30 ton	Cabaret	220	5.6	3	1	5.6
<i>Split</i> 1 ton	Estadísticas y control de turno	220	2.4	1	1	2.4
<i>Split</i> 1 ton	Salón de reuniones	220	2.4	1	1	2.4
<i>Split</i> 1 ton	Oficina Director General	220	2.4	1	1	2.4
<i>Split</i> 1 ton	Oficina Director Adjunto	220	2.4	1	1	2.4
<i>Split</i> 1 ton	Infusiones	220	2.4	1	1	2.4
<i>Split</i> 1 ton	<i>Lunch</i>	220	2.4	1	1	2.4
<i>Split</i> 1 ton	Contabilidad y Finanzas	220	1.12	1	1	1.12
<i>Split</i> 1 ton	Cabina de audio	220	1.12	1	1	1.12
<i>Split</i> 1 ton	Cuarto de ascensores AB	220	2.4	1	1	2.4
<i>Split</i> 1 ton	Cuarto de ascensores CD	220	2.4	1	1	2.4
<i>Split</i> 1 ton	Apartamentos	220	2.4	1	2	4.8
<i>Split</i> 2 ton	Restaurante Protocolo	220	2.3	1	1	2.3
<i>Split</i> 1 ton	Prótesis	220	2.4	1	1	2.4
<i>Split</i> 1 ton	Secretaría	220	2.4	1	1	2.4
<i>Split</i> 1 ton	Estadística y control de turno	220	2.4	1	1	2.4
<i>Split</i> 1 ton	Cuarto de video	220	1.12	1	1	1.12
Consola 5 ton	<i>Snack Bar</i>	220	4.1	1	1	4.1
Consola 2 ton	<i>Snack Bar</i>	220	3.2	1	1	3.2
Consola 5 ton	Taller de electromedicina	220	4.1	1	1	4.1
Consola 2 ton	Taller de electromedicina	220	2.3	1	1	2.3
Consola 2 ton	Oficina A+B	220	2.3	1	1	2.3
Consola 20 ton	Fisioterapia	220	2.76	3	2	5.52
Consola 30 ton	Cardiología	220	5.6	3	1	5.6
Consola 10 ton	Gastroenterología	220	7.9	3	1	7.9
Consola 30 ton	Oftalmología	220	5.6	3	1	5.6
Consola 30 ton	Teatro	220	5.6	3	1	5.6
Consola 20 ton	Psicofisiología	220	2.76	3	1	2.76
Deshumificador	Ultrasonido	110	0.23	1	1	0.23
Deshumificador	Secado plantas medicinales	110	0.23	1	1	0.23
Deshumificador	Gastroenterología	110	0.8	1	1	0.8
Deshumificador	Estomatología	110	0.8	1	1	0.8
Deshumificador	Psiquiatría	110	0.23	1	1	0.23
Deshumificador	Medicina natural	110	0.23	1	1	0.23
Deshumificador	Cardiología	110	0.23	1	1	0.23
Deshumificador	Oftalmología	110	0.8	1	2	1.6
Aire acondicionado	Dir. Del Complejo y museo	220	1.22	1	6	7.32
<i>Split</i> 1 ton	Dir. Del Complejo y museo	220	1.12	1	2	2.24
<i>Split</i> 5 ton	Dir. Del Complejo y museo	220	4.1	1	3	12.3
					Total	339.49

En la Tabla 2.3.1 se muestran las características principales de los equipos que conforman el sistema de clima donde se puede apreciar claramente que este sistema es el más representativo debido a la demanda asociada a la carga que representa al mismo.

En el sistema de clima en estudio, todos los equipos son controlados manualmente, en su gran mayoría con carácter unitario y solo hay presencia de pequeños y medianos consumidores de energía.

Se manifiesta un notable predominio del uso del *split*, de forma unitaria y con control manual, de ello se deduce el alto consumo energético que representan al utilizarse una unidad por cada habitación. De ello se derivan las potencialidades de ahorro en caso de modificarse la forma de control actual y su alcance.

En caso de utilizarse un sistema de climatización centralizado para el servicio habitacional, según experiencias en varias instalaciones, podría lograrse un ahorro energético significativo, lo cual encuentra como limitante la arquitectura de la edificación y trabajo desde el punto de vista constructivo que esto supone, para ello debe realizarse un análisis detallado para comprobar si es posible realizar cambios constructivos y la factibilidad de la inversión a realizar. Con vistas futuras, una de las potencialidades para el ahorro en este caso, sería la utilización de sensores de presencia con el objetivo de detener el funcionamiento de la climatización en la habitación en caso de no detectarse la presencia de huéspedes.

Como es apreciable, el voltaje predominante es de 220 V, aunque existen unidades como las de 30 toneladas que pueden trabajar también con 440 V, algunas de estas unidades brindan servicios de forma centralizada, como es el caso del área estomatológica, cardiología, fisiatría, teatro, restaurante Azalea, etc.



Figura 2.3.1.1 Unidades exteriores del equipamiento de aire acondicionado centralizado utilizado en servicios médicos.

Características y beneficios que tiene el uso de la climatización centralizada

Estos equipos han sido diseñados como una solución económica a todos los requerimientos de acondicionamiento de aires en oficinas, centros comerciales, hoteles, almacenes, restaurantes, supermercados e instalaciones industriales donde es necesario un equipo de trabajo pesado que puede incluir accesorios especiales de mezcla, filtración, recalentamiento, zonificación, bypass y volumen de aire variable. Diseñadas modularmente con fácil acceso para sus mantenimientos, estas unidades pueden tener configuración horizontal o vertical.

En caso de la utilización de manejadora de aire de estación central (MEC), se pueden obtener beneficios como la eliminación de bacterias, hongos y virus presentes en el ambiente. No requiere exposición directa para eliminar los microorganismos. Elimina olores y compuestos volátiles orgánicos del ambiente. No requiere limpieza periódica. Tiene una vida útil de hasta dos años. Estas manejadoras de aire de estación central (MEC) están diseñadas para cumplir con las exigencias en el manejo del aire y sistemas de ventilación en las salas de cirugías, hospitales, laboratorios y en general todas las zonas blancas donde se requiera alto grado de pureza en el ambiente.

El ahorro energético de estos equipos en comparación con otras tecnologías menos modernas es evidente, debido a que son controladas desde una computadora, las cuales se programan para que trabajen en un espacio de tiempo determinado. Entre los lugares propicios para la utilización de estos medios en el Kurhotel se encuentran los restaurantes y las áreas de servicios médicos.

Otro tipo de equipo climatizador es el *Chiller*. Estos son muy usados en grandes instalaciones debido a la posibilidad que tienen de enfriar o calentar, según lo requiera el inmueble. (www.0grados.com, 2014)

Estos equipos se instalan en el exterior de la edificación. En el interior se colocará las unidades termo-ventiladas denominadas *FAN-COIL*. Este utiliza el agua que circula por él, enviando el resultante del intercambio térmico (Aire frío o aire caliente), mediante un ventilador al ambiente según las demandas de confort del usuario. (ruben562)

Componentes principales.

- El compresor es el corazón del sistema, es el encargado de hacer circular el refrigerante.
- El evaporador es un intercambiador de calor, cuya función es proporcionar una superficie para transferir calor del líquido por enfriar al refrigerante en condiciones de saturación.
- El condensador. Su función es proporcionar una superficie de transferencia de calor, a través de la cual pasa el calor del refrigerante caliente al medio condensante.
- La válvula termostática de expansión tiene como finalidad controlar el suministro apropiado de líquido refrigerante al evaporador, así como reducir la presión del refrigerante de manera que vaporice a la temperatura deseada. (www.0grados.com, 2014)

2.3.2 Sistema de bombeo y calentamiento de agua

Está compuesto por bombas centrífugas de diferentes caudales. Los motores acoplados a las mismas están alimentados a 220 V y 380 V y sus potencias oscilan desde 1.5 a 22 kW. La ubicación de los componen que componen este sistema de bombeo es en exteriores, el voltaje predominante es de 380 V.

El control que se ejerce para este sistema es automático, destinado al bombeo tanto de agua caliente como de agua a temperatura ambiente hacia los lugares de consumo (habitaciones, lavandería, cocinas, etc.), aunque también se realiza bombeo de combustible *Fuel Oil* desde los tanques de almacenamiento del mismo hacia la sala de calderas.

Para el calentamiento del agua, como ya se mencionó anteriormente, se utilizan 2 calderas (ver figura 2.3.2.1). Luego de calentada, el agua debe presentar temperaturas desde 55°C a 60°C y la de entrega de la misma a los locales es de 50°C. Se controla por una válvula mezcladora termostática para garantizar la temperatura de suministro en el valor previsto. Es importante que el agua mantenga la temperatura indicada, para evitar la producción de la legionela, bacteria que causa infección respiratoria severa, implicando neumonía y fiebre Pontiac.



Imagen 2.3.2.1 Caldera utilizada en el proceso de calentamiento de agua.

Tabla 2.3.2 Principales características del sistema de bombeo.

Carga	Volt(V)	P(kW)	Fases	Unidades	P. Total (kW)
Cuarto de bombas Ala A	380	22	3	2	44
Cuarto de bombas Ala A	380	1.5	3	2	3
Cuarto de bombas (Tanque torre)	440	2.6	3	3	7.8
Sala de Calderas	380	17	3	2	34
Compresores (Lavandería)	380	7.5	3	2	15
Bomba de combustible	220	5.5	3	1	5.5
				Total	109.3

2.3.3 Sistema de Iluminación

A continuación se presentarán las principales características cuantitativas y cualitativas del sistema de iluminación.

Este sistema es uno de los de mayor importancia en la instalación objeto de estudio, por lo que resulta necesario realizar la descripción de las formas de presentación de los componentes del mismo.

En la tabla 2.3.3 se puede apreciar claramente el alto nivel representativo que tienen las lámparas fluorescentes estándar en este sistema, en cuanto a valor de potencia se refiere. En el mayor de los casos aparecen empotradas en falso techo y las demás se encuentran en soporte tipo brazo y en apliques de pared. Las demás luminarias forman parte del alumbrado exterior, situadas en farolas y balizas.

Tabla 2.3.3 Principales características del sistema de iluminación.

Equipo	P(kW)	Unidades	P. Total (kW)
Lámpara fluorescente estándar	0.036	1035	41.4
Lámpara fluorescente estándar	0.018	47	0.846
Farola de exteriores	0.075	27	2.025
Bombillo	0.014	188	2.63
Bombillo	0.009	630	5.67
Bombillo	0.015	216	3.24
		Total	55.81

Como es evidente, en la instalación prevalecen las lámparas convencionales, desaprovechando los beneficios que reportan las luminarias LED.

Este tipo de luminarias presentan muchas ventajas sobre las fuentes de luz incandescente y fluorescente, principalmente por el bajo consumo de energía, tamaño reducido, durabilidad, resistencia a las vibraciones, reducen la emisión de

calor, no contienen mercurio(el cual al exponerse en el medio ambiente es altamente venenoso), en comparación con la tecnología fluorescente, no crean campos magnéticos altos como la tecnología de inducción magnética, con los cuales se crea mayor radiación residual hacia el ser humano; cuentan con mejor índice de producción cromática que otros tipos de luminarias, reducen ruidos en las líneas eléctricas, son especiales para utilizarse con sistemas fotovoltaicos (paneles solares) en comparación con cualquier otra tecnología actual; no les afecta el encendido intermitente (es decir pueden funcionar como luces estroboscópicas) y esto no reduce su vida promedio, son especiales para sistemas antiexplosión ya que cuentan con un material resistente, y en la mayoría de los colores (a excepción de los LED azules), cuentan con un alto nivel de fiabilidad y duración. (Ventajas de la tecnología LED en estudios realizados., 2010)

2.3.4 Otros servicios

Existen otros servicios que también tienen cierta influencia en el consumo de energía, presentando un equipamiento muy variado con presencia de altos consumidores y por esta razón no dejan de ser menos importantes.

En la lavandería y la panadería – dulcería, principalmente, se encuentran aquellas cargas que operan a altas temperaturas. Existen equipos que pueden ser considerados como medianos y altos consumidores de energía entre los que se destacan los hornos eléctricos (también presentes en las cocinas), lavadoras y equipos para planchado y secado. Estos medios se encuentran en constante uso durante toda la jornada laboral (8 horas). Las potencias de las cargas oscilan desde 1 kW hasta 24.5 kW. (Ver anexo 1 y 2).

Otras cargas que tienen gran importancia debido a la demanda asociada a su potencia y alto régimen de trabajo son los cuatro ascensores (ver anexo 3) que se encuentran prestando servicio actualmente (2 de huéspedes, servicio y camillero).

Indispensables para el sector hotelero son los equipos de refrigeración, estos se encuentran distribuidos principalmente en habitaciones, cocinas, restaurantes, almacenes y locales donde se brindan servicios de gastronomía. Algunos de estos

equipos son refrigeradores, neveras horizontales, freezer exhibidores, fabricadoras de hielo, cajas de agua, etc. (ver anexo 4).

En los locales donde se prestan servicios médicos también se aprecia una gran variedad de equipos, principalmente en los servicios de fisiatría, oftalmología y estomatología. (Ver anexo 5).

Otras demás cargas son representadas por aquellos equipos que se utilizan en oficinas, cocinas, servicios de gastronomía, etc. y que su mayoría son poco consumidores de energía. Algunos de estos son computadoras, impresoras, básculas, batidoras, televisores, entre otros. (Ver anexo 6).

A continuación se muestra la tabla 2.3.4 donde se agrupan las principales características cuantitativas, en cuanto a potencia instalada se refiere, de los servicios anteriormente descritos.

Tabla 2.3.4 Carga instalada que representa otros servicios.

Grupo de Carga	P Equivalente (kW)
Lavandería (lavadora, planchín, centrífuga)	80.03
Equipos que trabajan a altas temperaturas (horno, fogón, termo, freidora y otros)	127.2
Refrigeración (refrigerador, freezer, nevera, hielera, caja de agua, etc.)	44.95
Ascensores (2 de huéspedes, uno de servicio y otro camillero)	57.40
Equipos de servicios medico (estomatología, fisiatría, oftalmología, rayos x, etc.)	63.31
Otros cargas (equipos de oficina, televisores, licuadora, entre otros)	65.04
Total	437.93

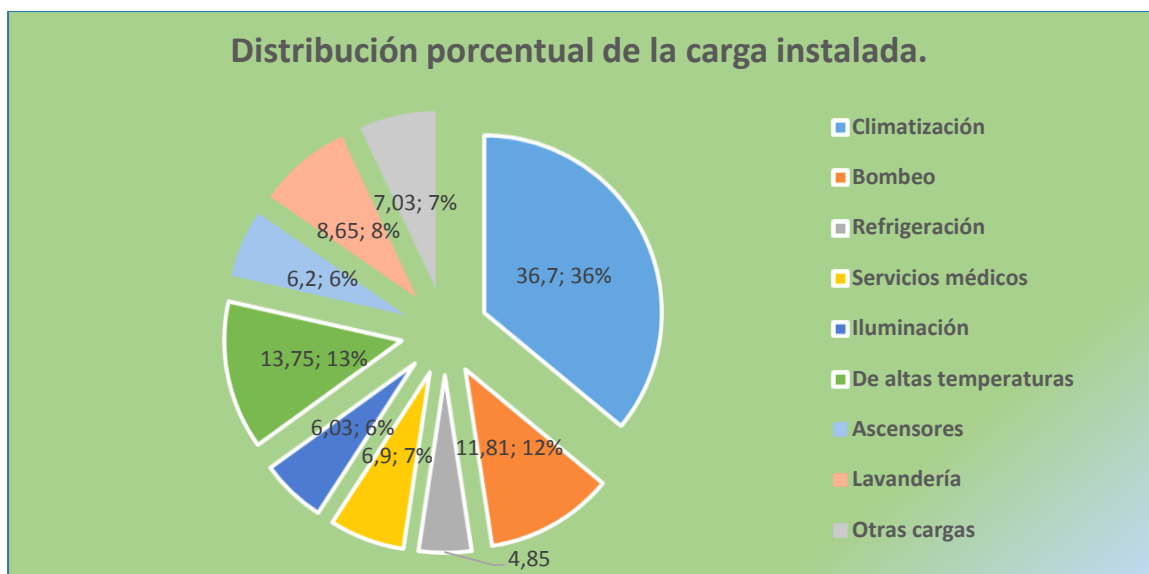


Gráfico 2.3.4.1 Distribución porcentual de la carga instalada

En el gráfico 2.3.4.1 se representa el valor porcentual de cada grupo de carga instalada en la entidad objeto de estudio. Se puede apreciar con claridad que el por ciento más representativo lo posee el sistema de climatización.

Es preciso mencionar que todos los equipos de clima no se encuentran en constante explotación, excepto las unidades instaladas en las habitaciones. Esto se debe a las medidas de ahorro adoptadas a raíz de la difícil situación energética del país.

Tanto el sistema de climatización, de bombeo y los equipos utilizados en la lavandería y en la panadería-dulcería presentan altos valores de potencia instalada, lo cual se ve reflejado en los distintos grupos en los que fueron distribuidos para su organización. Es importante tener en cuenta que no todo el equipamiento utilizado es moderno y de alta eficiencia energética, siendo el caso del sistema de iluminación el más representativo en este sentido, donde se emplea luminarias de tipo convencional.

2.4 Indicadores de consumo de energía y de eficiencia energética.

Los consumos históricos y el factor de potencia registrado en los meses del año 2016, así como el importe en moneda nacional, fueron recopilados por medio de la Empresa Eléctrica Provincial de Sancti Spíritus y se muestran en la tabla 2.4.1.

Tabla 2.4.1 Histórico de consumo y facturación del año 2016.

Meses	Pico	Día	Madrugada	Pérdida	Total	Importe(\$)	fp	Importe fp	I neto (\$)
Diciembre	13957	46447	31688	1957	94049	14044,7	0,88	319,2	14364
Noviembre	16109	50436	43091	2080	111716	16316,7	0,89	183,3	16500
Octubre	17894	57335	50025	2090	127344	18117,3	0,89	203,6	18405
Septiembre	16140	52937	50595	2112	121784	17292,6	0,91	0	17293
Agosto	17370	54422	52205	2125	126122	17791,9	0,92	0	17792
Julio	15859	52289	46161	2029	116338	16419,5	0,91	0	16420
Junio	16814	50390	44757	2085	114046	16199	0,9	0	16199
Mayo	15823	50610	38755	2002	107190	15388,2	0,89	172,9	15939
Abril	17219	49900	34300	2043	103462	19850,9	0,9	0	19851
Marzo	15243	43197	27830	1907	88177	17129,2	0,8	2141	19270
Febrero	18334	51065	35365	2061	106825	20588,1	0,89	231,3	20819
Enero	31905	46077	20107	2039	100128	20886,3	0,88	474,7	21361

Es evidente que los mayores valores de consumo de energía han sido registrados principalmente en los meses más cálidos del año, pudiendo estar condicionado por un mayor uso del sistema de climatización.

El factor de potencia en la mayoría de los meses se mantuvo por debajo de 0.9, propiciando así que la entidad fuese penalizada, siendo febrero el mes más crítico. Actualmente el factor de potencia se encuentra oscilando entre 0.9 y 0.91, sin ser penalizado pero al mismo tiempo desaprovechando la posibilidad de recibir compensación por no mantener dicho factor dentro del rango requerido, o sea, entre 0.92 y 0.96.

En la actualidad existen un grupo de indicadores tanto técnicos como económicos que son deben ser de obligatoria planificación y control en cada instalación hotelera del país. Los indicadores obtenidos en el proceso de explotación y su comparación con lo planificado, toman como base fundamental la ocupación del hotel. Este es el factor más importante para la instalación, dado que representa la fuente de ingresos. Por otra parte el nivel de ocupación es un factor importante, aunque no es el único que define el consumo de energía en el hotel y a su vez este ocupa el primer lugar en cuanto a su representatividad y peso como gasto por concepto de portador energético.

A continuación se realizará un análisis detallado de los principales índices de consumo energéticos de la instalación objeto de estudio, lo cual permitirá conocer a

cerca de los gastos en que incurre esta instalación, para posteriormente llevar a cabo una valoración general, con vistas de proponer medidas para la mejora de la gestión energética, en caso de ser necesario.

Los indicadores tradicionales y en actual uso para medir estos gastos son los siguientes:

- (kW.h/HDO) kilowatt hora por habitación día ocupada (HDO) y se obtiene de la división del consumo total de energía por la cantidad de habitaciones ocupadas en el momento de su lectura diaria.

Tabla 2.4.2 Indicador de kW.h/HDO para 10 días del mes de abril del 2017.

Días	Consumo Total (kW.h)	HDO	kW.h / HDO
1	2775	96	23.69
2	2351	107	21.97
3	2772	102	27.17
4	2535	124	20.44
5	2776	127	21.85
6	2987	121	24.68
7	2554	106	24.09
8	2474	125	19.79
9	2420	91	26.59
10	2231	103	21.66

Este indicador también fue calculado para todos los días del mes de marzo, obteniendo la curva (Gráfico 2.4.1) que muestra la tendencia de su comportamiento para este período, además se calculó su valor promedio.

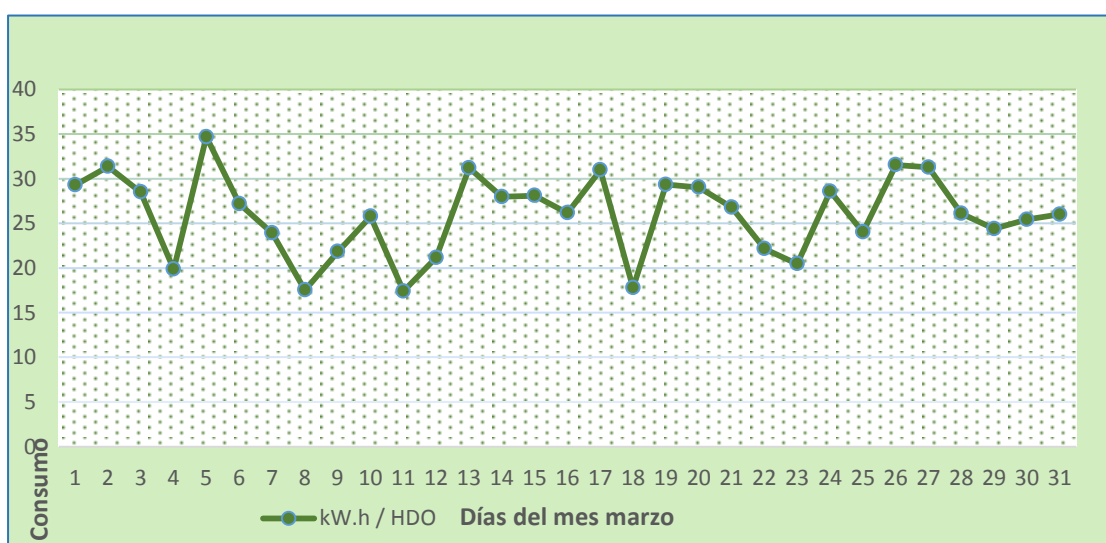


Gráfico 2.4.1 Indicador kW.h/HDO para los 31 días del mes de marzo del 2017.

Tabla 2.4.3 Indicador kW.h/HDO para el mes de marzo del 2017.

Días	Consumo Total (kW.h)	HDO	kW.h / HDO
1	2991	102	29.32
2	3610	115	31.39
3	3281	115	28.53
4	2506	126	19.88
5	3298	95	34.71
6	2831	104	27.22
7	2514	105	23.94
8	2230	127	17.55
9	2798	128	21.85
10	2943	114	25.81
11	2179	125	17.43
12	2120	100	21.20
13	3436	110	31.23
14	3138	112	28.01
15	3151	112	28.13
16	3379	129	26.19
17	3472	112	31.00
18	2227	125	17.81
19	2996	102	29.37
20	3256	112	29.07
21	3005	112	26.83
22	2929	132	22.18
23	2666	130	20.50
24	3176	111	28.61
25	2983	124	24.05
26	2968	94	31.57
27	3382	108	31.31
28	3293	126	26.13
29	2981	122	24.43
30	3081	121	25.46
31	3125	120	26.04

El valor promedio de kW.h/HDO es de 26.02 kW.h/HDO y gráficamente se aprecian valores extremos tanto mínimos como máximos, con notable dispersión con respecto al valor promedio, indicando la influencia de factores en el consumo, tales como el clima, los hábitos de consumo de los clientes, entre otros. No obstante, este valor sirve de base para proyectar el consumo en dependencia de las HDO.

- (kW.h/Cientes días) kilowatt hora por cliente día. Que a su vez se obtiene de dividir el consumo por la cantidad de clientes físicos en el hotel

Para este indicador también fue calculado su promedio y como resultado se obtuvo un valor de 12.13 kW/Cientes día. Es evidente que este consumo promedio es más preciso por medirse de forma particular para la cantidad de huéspedes,

observándose poca dispersión de cada uno de los valores individuales respecto al valor promedio.

Tabla 2.4.4 Indicador kW.h/Clientes días para 10 días del mes de abril del 2016.

Días	Consumo Total (kW.h)	Clientes días	kW.h / Clientes día
1	2775	184	15.08
2	2351	205	11.46
3	2772	196	14.14
4	2535	234	10.83
5	2776	244	11.37
6	2987	233	12.81
7	2554	204	12.51
8	2474	287	8.62
9	2420	178	13.59
10	2231	204	10.93

Luego del análisis de los indicadores de eficiencia energética anteriores, se hace preciso realizar una caracterización de la carga teniendo en cuenta la función que realiza y para ello se ha dividido en dos componentes fundamentales:

- Carga fija: Carga presente independiente del nivel ocupacional del hotel, presente en las instalaciones de servicios comunes.
- Carga variable: Carga que depende del nivel ocupacional del hotel, vinculada fundamentalmente a los módulos habitacionales.

Partiendo de que en la entidad objeto de estudio, el valor de la carga total instalada es de 924.92 kW, se determinó que la carga fija representa 71.9% y la carga variable un 29.1 %. Claramente se puede apreciar que la influencia de la carga fija sobre la demanda es mucho mayor que la de la carga variable y por tanto el coeficiente kW.h/HDO, visto anteriormente no va a sufrir grandes variaciones en función del nivel ocupacional del hotel dado el alto valor de la carga fija.

Orientado también a la caracterización de la carga en la instalación, para analizar sus posibles efectos sobre la demanda, se introduce el indicador kW/m² (Tabla 2.4.5), el cual puede ser indicativo del nivel de obsolescencia de determinadas cargas en comparación con posibles variantes de equipamiento más eficiente que los convencionales.

Tabla 2.4.5 Índice kW/m² para algunos locales del Kurhotel Escambray

Lugar	Área (m2)	Carga instalada (kW)	kW/m ²
Sala de Calderas	112	34.11	0.30455357
Panadería – Dulcería	74	34	0.45945946
Restaurante Azalea	196	12.25	0.0625
Snack Bar	35	14.1	0.40285714
Cocina central	504	15.1	0.02996032
Lavandería	221	80.03	0.3621267
Lobby	156	1.05	0.00673076
Cabaret	187	9.5	0.05080214
Sala de juegos	119	1.9	0.01566639
Cafetería	56	9.3	0.16607143
Teatro	252	8.9	0.03531746
Cocina Internacional	27	15.35	0.56851852
Balneoterapia	280	29.3	0.10464286
Fisiatría.	280	4.52	0.01614286
Comedor de trabajadores	195	3.8	0.01948718

Este indicador anteriormente calculado permite determinar cuáles son las áreas de mayor o menor concentración de cargas, de esta forma se puede apreciar que tanto en la panadería-dulcería como en la cocina internacional, al emplear equipos que consumen una cantidad de energía considerable, en pequeñas zonas, el índice de consumo por unidad de superficie es elevado.

Medir la carga de forma general en pequeñas, medianas y grandes extensiones de área, permite indagar respecto a cuáles son las causas que provocan los consumos elevados por unidad de área. Existen casos en que invariablemente el área y su función predetermina la carga necesaria, no existiendo otros equipos que puedan cumplir las mismas funciones con menor consumo. Pero también se encuentran locales donde se utiliza un sistema de alumbrado convencional aun cuando se conocen otras tecnologías más eficientes con un impacto significativo en la reducción de carga instalada.

2.4.1 Propuesta de introducción de tecnologías más eficientes para el sistema de alumbrado

El empleo de la tecnología LED en sustitución de las lámparas convencionales pudiese reportar índices de consumo menores a los ya calculados anteriormente y al mismo tiempo brindar una mayor iluminación. Para ello fueron escogidas una serie de luminarias tipo LED para las de tipo convencional, teniendo en cuenta las

exigencias en cuanto al nivel de iluminación y sin afectar la estética del lugar donde se halla instalada.

Para el empleo de la tecnología LED en sustitución de las lámparas convencionales se utiliza la tabla de equivalencia LED contra iluminación tradicional (ver tabla 2.4.1.1) que aparece en la página web bgenostore.com, de la cual se muestra un fragmento a continuación:

Tabla 2.4.1.1 Equivalencia LED contra iluminación tradicional

LED	Incandescentes y halógenas	Bajo consumo	Tubos fluorescentes
% Ahorro	90%	72%	64%
2 W	20	6	-
3 W	35	8	-
5 W	40	11	-
6 W	50	13	12
7 W	60	15	14
9 W	70	18	18
10 W	80	20	20
12 W	100	25	25
13 W	110	30	28
15 W	120	40	32
18 W	140	50	36
20 W	150	60	44

A continuación, se mostrarán los resultados que se pueden obtener con la implementación de luminaria LED.

Con la utilización de Positivo LED de 17 W y Master LED esférica de 4 W para sustituir lámparas fluorescentes estándar de 36 W y bombillos E27 de 9 W (representa el 91.1% de la iluminación instalada en el centro) se pueden obtener los siguientes cambios.

Tabla 2.4.1.2 Variaciones en la demanda con el empleo de equivalencia LED.

Total de luminarias a sustituir	Demanda actual (kW)	Equivalencia a LED (kW)	Reducción de la demanda (kW)
1665	47.07	26.96	20.11

Se puede apreciar una notable disminución de la demanda asociada a la iluminación con una variación en un 42.73% con respecto a la demanda actual.

El análisis económico de esta variante se muestra en la tabla 2.4.1.3, teniendo en cuenta que estas luminarias se utilizan un tiempo promedio de 6 horas al día los 365 días del año.

Tabla 2.4.1.3 Evaluación económica de la instalación de luminarias tipo LED.

Datos generales	DATOS GENERALES					
Costo promedio de la energía	0.25 \$/kW.h					
Cantidad de luminarias	1665					
Costo promedio de luminaria (\$)	19.89					
Costo de Inversión Total	33116.85					
Vida útil (años)	15	15	15	15	15	15
Impuestos (%)	10	10	10	10	10	10
Tasa de intereses (%)	10	10	10	10	10	10
	FLUJO DE CAJA					
Año	1	2	3	4	5	6
Costo de la energía (\$/kW.h)	0.25	0.275	0.3025	0.33275	0.366025	0.4026275
Reducción de la demanda(kW)	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
Tiempo de operación (horas/año)	2190	2190	2190	2190	2190	2190
Ahorro de energía (\$)	6.57	12033	13236.25	14559.876	16015.863	17617.44942
Depreciación	1839.825	1839.83	1839.825	1839.825	1839.825	1839.825
Ahorro sin impuestos (\$)	-1833.255	10193.1	11396.43	12720.051	14176.038	15777.62442
Ahorro con impuestos (\$)	-1649.9295	9173.82	10256.78	11448.045	12758.434	14199.86197
Flujo efectivo no descontado (\$)	189.8955	11013.6	12096.61	13287.87	14598.259	16039.68697
Factor descuento por intereses	0.91	0.83	0.75	0.68	0.62	0.56
Flujo efectivo descontado (\$)	172.632273	9102.18	9088.361	9075.7943	9064.3705	9053.985143
Flujo de caja	-32944.218	-23842	-14753.67	-5677.879	3386.4912	12440.4763
Valor Presente Neto	45446.9368					

Como puede apreciarse resulta factible llevar a cabo esta inversión debido al ahorro de energía que puede llegar a lograrse y su costo puede ser recuperado al quinto año de explotación.

Esta sustitución de luminarias eficientes por las de tipo convencional tiene influencia sobre el indicador kW/m² y su variación se muestra en la tabla 2.4.1.4.

Tabla 2.4.1.4 Índice kW/m² modificado para algunos locales del Kurhotel “Escambray”

Lugar	Área (m ²)	Carga modificada (kW)	kW/m ² modificado
Sala de Calderas	112	34	0.30357143
Panadería – Dulcería	74	33.95	0.45878378
Restaurante Azalea	196	12.05	0.06147959
Snack Bar	35	14.05	0.40142857
Cocina central	504	14.6	0.02896825
Lavandería	221	78.98	0.35737557
Lobby	156	0.97	0.00621794
Cabaret	187	9.3	0.04973262
Sala de juegos	119	1.75	0.01470588
Cafetería	56	9.21	0.16446428
Teatro	252	8.49	0.03369048
Cocina Internacional	27	15.35	0.56851852
Balneoterapia	280	29.02	0.10364286
Fisiatría.	280	4.31	0.01539286
Comedor de trabajadores	195	3.7	0.01897436

A pesar de que la variación de este índice es muy pequeña, existen locales donde la variación si puede resultar más significativa dada a que la carga presente depende en un gran porcentaje del alumbrado instalado y a su vez puede llegar a influir directamente en la reducción de los índices de KW.h /HDO.

2.5 Análisis de resultados

Resulta necesario definir el comportamiento electroenergético medio de instituciones con características similares a la estudiada. Mediante la caracterización de las cargas instaladas y la determinación de indicadores de consumo de energía se pudo determinar las áreas comunes de ahorro, así como los métodos y tecnologías que se pueden emplear para lograr un uso más racional de la energía eléctrica.

El elevado consumo de energía en la instalación objeto de estudio hace necesario la toma de una serie de medidas de control de la demanda de energía y para el uso eficiente de la misma con el fin de obtener ahorros que mejoren los resultados de la gestión energética de la instalación. Para conocer de forma detallada la situación energética de dicha instalación, se ha realizado un estudio energético mediante el intercambio con el personal que conforma el departamento de servicios técnicos, la consulta de documentación disponible en dicho departamento y el chequeo personalizado de cada una de las cargas instaladas.

Como resultados obtenidos con el estudio llevado a cabo se presentan los siguientes aspectos que pueden ser considerados problemas que influyen directamente en la gestión energética, el ahorro de energía y la protección de la vida humana dentro de la instalación:

- En la entidad no se cuenta con el diagrama monolineal de la instalación.
- Resulta insuficiente los controles de los consumos energéticos que se producen en el hotel, debido a que se limita solamente a efectuar lecturas de metrocontadores.
- Escasa implementación de tecnologías modernas eficientes que producen ahorros de energía significativos.
- En ocasiones se mantienen luminarias encendidas de forma innecesaria en pasillos, habitaciones y almacenes en horarios diurnos.
- Los cuartos eléctricos, en su mayoría, se encuentran abiertos, manteniendo el riesgo de ocurrencia de accidentes que puedan atentar contra el correcto funcionamiento de la red eléctrica y contra la propia vida humana.
- Existe cierto grado de desconocimiento de características importantes de los medios consumidores de energía eléctrica.

El desconocimiento y la falta de información sobre los consumos de energía son las causas fundamentales que dificultan el desarrollo de medidas en pos de mejorar la gestión energética y contribuir al ahorro de energía con la suficiente capacidad y técnica y la posibilidad de medir y verificar los niveles de ahorro perseguidos. Lograr un acuerdo con relación a estrategias operativas en el control de la carga tiene importantes implicaciones en la administración de la demanda por parte del servicio que presta la subestación de 4.16 kV que alimenta el circuito al cual pertenece la red del Kurhotel "Escambray", contribuyendo de manera efectiva a un mejoramiento de la calidad del servicio con una disminución de las posibles interrupciones. Los resultados obtenidos con este trabajo pueden servir de vehículo y herramienta al personal especializado para conseguir reducir su consumo de energía, aumentar su eficiencia energética, contribuyendo a su vez a minimizar su impacto medioambiental.

La decisión final de ejecutar una u otras medidas de mejora debe ser tomada por los directivos del hotel luego de un estudio minucioso particularmente para cada instalación, y siempre con las herramientas y datos adecuados para ello. Para colaborar en dicha toma de decisiones se presentan medidas de ahorro energético en aplicaciones reales, aportando en algunos casos datos económicos de inversión, técnicos y de ahorro tanto energético como económico.

2.6 Propuesta de un plan de medidas

Luego de analizar los resultados obtenidos se hace posible formular el siguiente plan de medidas:

1. Efectuar con carácter mensual el análisis de los índices de consumo, profundizando en las causas de sus variaciones respecto a lo planificado, teniendo en cuenta meses anteriores y el promedio histórico.
2. Analizar la introducción de equipamiento más eficiente en sustitución del que presente un cierto nivel de obsolescencia y que reporte mayor gasto de energía, tal es el caso de la iluminación.
3. Elaborar un plan de acción por parte del departamento de Servicios Técnicos con el objetivo de lograr una mayor organización a la hora de resolver los posibles problemas electroenergéticos a enfrentar en la solución de las irregularidades detectadas en el funcionamiento y la seguridad tanto de los medios electroenergéticos, como de la vida humana.
4. Propiciar la capacitación del personal de servicios técnicos en materia del uso eficiente y racional de la energía.

2.7 Conclusiones Parciales

En la entidad objeto de estudio, la carga total instalada es de 924.92 kW, representada en un 71.9% por la carga fija y en un 29.9% por la carga variable. A los efectos de influencia sobre la demanda, el aporte de la carga fija es mucho más representativo que la carga variable; sin embargo, las mayores acciones dirigidas a

disminuir la demanda máxima deben recaer sobre la carga variable, encontrando las mayores potencialidades de ahorro en los sistemas de alumbrado y clima.

La instalación de luminarias de alta eficiencia para cubrir las exigencias del alumbrado de tipo convencional existente en la entidad hace que disminuyan los indicadores de consumo energético y de densidad de carga, resultando atractiva la inversión a ejecutar por ser económicamente factible.

Los escasos de documentación a cerca del equipamiento y la red eléctrica, la no existencia de un diagrama monolineal de la instalación y la insuficiente seguridad de los cuartos eléctricos constituyen algunas de las principales deficiencias encontradas.

CONCLUSIONES GENERALES.

Se realizó un diagnóstico energético integral que permitió conocer que la institución objeto de estudio cuenta con una carga instalada de 924.92 kW, de la cual el 37.01% pertenece al sistema de clima, el 11.9% es destinado al bombeo, el 6.04% a la iluminación y el resto lo ocupan servicios entre los que figuran lavandería, ascensores, refrigeración, entre otros. Las cargas instaladas operan casi en su totalidad de forma manual. El nivel de obsolescencia del equipamiento es notorio en cuanto al sistema de iluminación, careciente en su totalidad de equipamiento moderno y eficiente.

Se evaluaron los principales indicadores de consumo de energía basados en el índice ocupacional. Estos no se consideran altos, aunque en ocasiones se ponen de manifiesto valores picos tanto máximos como mínimos, apreciándose cierta dispersión con respecto a los valores promedios. Estos valores pueden estar condicionados por factores como el clima y los hábitos de consumo de los clientes.

Se conoció que, debido a la influencia sobre la demanda, el aporte de la carga fija es mucho más representativo que la carga variable; sin embargo, se determinó que las mayores acciones encaminadas a disminuir la máxima demanda y el consumo de energía se encuentran en la modernización de la iluminación.

Se detectó una serie de deficiencias que deben ser erradicadas con el objetivo de mejorar la gestión energética de la instalación y preservar la seguridad de los medios y la vida humana, para ello se formuló una serie de medidas que inciden directamente en dicha mejora.

RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos se recomienda poner en práctica el plan de medidas propuesto y continuar actualizándose sobre los continuos cambios y alternativas en materia de uso eficiente de la energía eléctrica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

FENERCOM . (2007). *www.fenercom.com*. Obtenido de <http://www.fenercom.com/>

Ventajas de la tecnología LED en estudios realizados. (2010).

www.energynews.es. (2012). Obtenido de <http://www.energynews.es/un-nuevo-sistema-de-bombeo-permite-ahorros-del-ochenta-por-ciento-en-los-hoteles-1347428505/>

www.0grados.com. (2014). Obtenido de <https://www.0grados.com/chillers-aspectos-tecnicos/>

www.sacyv.com. (marzo de 2015). Obtenido de <http://sacyv.com/nuestro-blog/>

www.twenergy.com. (2015). Obtenido de <http://twenergy.com/a/ventajas-de-los-fluorescentes-led-sobre-los-fluorescentes-tradicionales-1705/>

A. G. A. Negrete, & R. (2015). C-LED SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACION LED A TRAVES DE INTERNET. JÓVENES EN LA CIENCIA. 368-374.

Alicante, A. P. (2011). Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Establecimientos Hoteleros de la Provincia de Alicante. 136.

Artero Carrillo, F. A. (2013). Estado del arte de actuaciones de eficiencia energética en polígonos industriales.

B. D. Tracey, G. L. (2014.). *Patente nº 8,870,549*. Estados Unidos.

C. C. Rich, H. P. (2014.). *Patente nº 14/481,792*. Estados Unidos.

Cambara, Y. J. (2015). *www.monografias.com* . Obtenido de <http://Proyecto de Iluminación Eficiente. Hotel La Caballeriza - Monografias.com>

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

E. D. E. M. Empresas. (2007). GUÍA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL SECTOR HOTELERO. 351.

E. Zudaire, & L. (2012). Climatización y ventilación de un hotel. .

EVALUACIÓN PARA SISTEMAS DE BOMBEO DE AGUA. (s.f.). *Guía para la hoja de cálculo*.

Fenosa, C. d. (2007). Guía de gestión energética en el sector hotelero. 351.

Fundación Repsol. (2013). Eficiencia energética e intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero en España y la UE-15.

Gorrín, O. C. (2004). Evaluación del indicador KWH/HDO de eléctrica en instalaciones hoteleras cubanas.

I. P. DR. JUAN CARLOS CAMPOS AVMSC. EDGAR LORA FIGUEROA, C. M. (s.f.). Eficiencia en sistemas de climatización.

J. B. García, N. J. (2014). Iluminación exterior, LED, inducción y plasma. Dínamo técnica. *Revista gallega de energía*.

J. L Sánchez Ávila, & V. (2012). Desarrollo y aplicación del diagnóstico y pronóstico técnico al mantenimiento de los sistemas centralizados de aire acondicionado. pp. 4(4), 71-77.

Ledia Group. (2013). Iluminación LED para hoteles confort y máxima eficiencia_ledia group.

M. A. Lozano, M. C. (2013). Análisis energético y termoeconómico de una planta solar térmica para calentamiento de aire. Burgos.

Pámies, J. G. (2007). Guía de gestión energética en el sector hotelero. 351.

Pizat, J. F. (s.f.). www.calleb.cult.cu. Obtenido de <http://www.calleb.cult.cu/index.php/pretextos/340-ciencia-y-tecnica-/1500--disminucion-del-consumo-energetico-en-los-sistemas-de-climatización>

Porter, M. E. (2002). En *Estrategia Competitiva*. CECSA.

Puente Gil, Á. D. (2015). Casos prácticos de eficiencia energética en instalaciones de climatización en los edificios.

R. L. Holman, & M. (2015.). *Patente nº 8,926,158*. Estados Unidos.

R. L. P. Silva, & M. (2013). Utilización de luminarias más eficientes en Hotel Breezes Varadero.

R. Villar-Burke, J.-G. D. (2014). Impacto energético y emisiones de CO₂ del edificio con soluciones alternativas de fachada. Informes de la Construcción,.

Rodrigues., D. D. (2016). Doctoral Dissetation.

ruben562. (s.f.). *es.scribd.com*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/27569443/Como-Funciona-Un-CHILLER>

S. Zaragoza-Fernández, T.-S. J.-B.-G. (2014). Impact estimates of the actions for the rehabilitation of energy efficiency in residential building. .

T. Sørensen, & H. (2015). *Patente nº 20,150,337,973*. Estados Unidos.

TecnoHotel. (s.f.). Climatización eficiente las energías renovables y los sistemas inteligentes toman el control.

Twenergy. (2015). *www.twenergy.com*. Obtenido de <http://twenergy.com/a/focos-ahorradore-en-mexico-eficiencia-ahorro-y-ecologia-1838>.

www.tiposde.org. (s.f.). Obtenido de <http://www.tiposde.org/wp-json/>

Y. D. Torres, N. Y. (2016). Evaluación de factibilidad del uso dos sistemas climatización solar aplicado a un hotel cubano. Análisis comparativo. . *Ingeniería Energética*, pp. 37(1), 35-44.

Y. Díaz Torres, M. Y. (2015). *Análisis energético de un sistema híbrido de producción de frío*. Ingeniería Energética.

Yuste, P. S. (2016). Eficiencia energética y sostenibilidad en el comportamiento energético de hoteles.

Zambrana, M. Á. (2014). Mantenimiento de sistemas de climatización. .

ANEXOS

Anexo 1 Servicio de lavandería.

Equipo	Volt(V)	P (kW)	Fases	Unidades	P tot (kW)
Lavadora STI-34	220	4.5	3	3	13.5
Lavadora STI-54	220	5.33	3	2	10.66
Lavadora	220	1.5	3	1	1.5
Lavadora HS-6057IC-V	220	7.3	3	2	14.6
Lavadora HS-6013IC-V	220	0.87	1	1	0.87
Lavadora LS-307SR-V	220	0.5	3	1	0.5
Lavadora LS-355PM-V	220	3.8	3	1	3.8
Planchín	220	10	3	2	20
Planchín PS-8030/1M	220	12.5	3	1	12.5
Planchín 5/MP8	220	0.5	3	2	1
Enfriador de aire	220	1.1	1	1	1.1
				Total	80.03

Anexo 2 Equipos que trabajan a altas temperaturas

Equipos	Ubicación	Volt(V)	P (kW)	Fases	Unidades	P total (kW)
Horno eléctrico	Apto A y B	220	2.2	1	1	8.8
Horno eléctrico	Cocina apartamentos	220	6.5	3	1	6.5
Fogón eléctrico	Snack Bar	220	2.1	1	1	2.1
Fogón eléctrico	Dirección	220	2.1	1	1	2.1
Freidora de inmersión	Cocina a la Carta	220	4.1	1	3	12.3
Fogón eléctrico	Apto A	220	1.2	1	1	1.2
Fogón elect. 4 hornillas	Cocina de Aptos	220	3.5	1	1	3.5
Mesa Caliente	Restaurantes y comedor.	220	3	1	4	12
Lavadora de vajilla	Fregado	220	10.5	3	1	10.5
Ablandador de carne	Carnicería - Pescadería	220	2	3	1	2
Horno	Panadería - dulcería	220	6.5	3	1	6.5
Horno	Panadería - dulcería	220	24.5	3	1	24.5
Batidora	Cocina	220	0.95	1	1	0.95
Horno	Cocina	220	6.5	3	1	6.5
Horno	Laboratorio clínico	220	2.2	3	1	2.2
Baño de María	Laboratorio clínico	220	1.6	1	2	3.2
Baño de María	Laboratorio Plantas medicinales	220	1.6	1	1	1.6
Destilador	Laboratorio Plantas medicinales	220	2.7	1	1	2.7
Hornilla	Laboratorio Plantas medicinales	220	4	3	2	8
Termo Sammic	Infusiones	220	1.8	1	2	3.6
Termo Apexa	Infusiones	220	2	1	2	4
Horno	Cafetería	220	6.5	3	1	6.5
Cafetera	Restaurante Protocolo	220	2	1	2	4
					Total	127.2

Anexo 3 Ascensores

Ascensor MP	P (kW)	Volt(V)	Ln (A)	rpm	fp	fases
1-A	13.2	380	28	1425	0.82	3
1-B	13.2	380	28	1425	0.82	3
Servicio	11	360 D / 208 Y	24 D / 42 Y	1470	0.81	3
Camillero	20	380 Y / 220 D	74 D / 72 Y	1462	0.82	3
	57.4					

Anexo 4 Equipos refrigeración.

Equipo	Ubicación	Volt (V)	P(kW)	Unidades	P. Total (kW)
Mesa Refrigerada	Restaurantes	220	3.4	1	6.8
Nevera Electrolux	Habitaciones y Suits	220	0.095	208	19.76
Nevera Samsung	Apartamento A y B	220	0.4	2	0.8
Nevera Samsung	Cafetería	220	0.4	2	0.6
Nevera Sanyo	Plantas medicinales	110	0.3	1	0.3
Nevera Gafa	Cabaret	220	0.45	1	0.45
Nevera Samsung	Cabaret	220	0.3	1	0.3
Freezer Exhibidor	Cafetería	220	0.2	1	0.2
Minibar	Infusionario	220	0.045	1	0.045
Refrigerador	Rest. Protocolo	110	0.18	1	0.18
Refrigerador Columbia	Servicios medicos	220	0.13	10	2.5
Freezer horizontal	Sala de juegos	220	0.3	1	0.3
Freezer horizontal	Cocina protocolo.	220	0.3	1	0.3
Refrigerador	Cocina Central	220	0.3	1	0.3
Refrigerador Zil	Plantas medicinales	110	0.15	1	0.15
Refrig Flat	Cocina protocolo	110	0.18	1	0.18
Refrigerador	Lunche	220	0.18	1	0.18
Freezer	Cabaret	220	0.38	1	0.38
Refrigerador	Snak Bar	220	0.15	1	0.15
Freezer exhibidor	Snak Bar	220	0.2	2	0.4
Caja de Agua	Comedor Obrero	220	0.25	8	2
Bebedero	Pasillos	110	0.32	5	1.6
Dispensador de Jugo	Cafetería	220	1.05	1	1.05
Fabricador de hielo	Snack Bar	220	1.25	2	2.5
Fabricador de hielo	Cabaret	220	1.25	1	1.25
Cámara congelamiento	Almacén de nevera	220	0.225	1	0.225
Cámara mantenimiento	Almacén de nevera	220	0.115	4	0.46
Dispensador de jugos.	Cocina protocol	220	1.5	1	1.5
Minibar	Cafeteria	220	0.045	1	0.045
Nevera	Enfermería 4to piso	110	0.25	1	0.25
				Total	44.95

Anexo 5: Equipos servicios médicos.

Equipos	Volt(V)	P (kW)	Fases	Unidades	P tot (kW)
Electro	110	0.035	1	1	0.035
Desfibrilador	110	0.1	1	3	0.3

Baño de María	110	0.2	1	2	0.4
Equipo Ultrasonido	110	0.59	1	1	0.59
Centrífuga	220	0.5	1	2	1
Centrífuga hemomatológica	110	0.6	1	1	1.2
Hemoglobinómetro	110	0.55	1	1	0.55
Microscopio	110	0.027	1	2	0.054
Baño de María	220	1.6	1	2	3.2
Destilador	220	2.8	1	1	2.8
Agitador	220	0.03	1	1	0.03
Refractómetro	220	0.06	1	1	0.06
Mufla	220	2.8	1	4	2.8
Molino	220	1.4	1	1	1.4
Endoscopio	110	0.15	1	1	0.15
Sillón estomatológico	110	0.7	1	2	1.4
Ultrasonido	220	0.045	1	2	0.09
Amalgamador	110	0.06	1	3	0.18
Autoclave	110	1.6	1	1	1.6
Equipo de Rayos X	110	0.95	1	1	0.95
Estufa	220	0.5	1	1	0.5
Prensa	220	0.4	1	1	0.4
Multivac	110	0.31	1	1	0.31
Recortadora	220	0.88	1	1	0.88
Rebajador de prótesis	220	0.18	3	1	0.18
Electroestimulador	110	0.04	1	2	0.08
Caminadora	220	2.2	1	1	2.2
Monitor de caminadora	220	0.5	1	1	0.5
Vibrador	110	0.13	1	1	0.13
Equipo de aerosol	110	0.066	1	2	0.132
Tanque de parafina	110	0.22	1	1	0.22
Láser ASA	110	0.01	1	1	0.01
Radarmed	110	0.25	1	2	0.5
Curapuls	110	0.074	1	1	0.074
Endomed	110	0.09	1	4	0.36
Amplipuls	110	0.127	1	2	0.254
Corriente diadinámica	110	0.05	1	1	0.05
Cama magnéticas	110	0.85	1	2	1.70
Esterilizador	110	1	1	1	1
Sono Diodiadinator	110	0.012	1	1	0.012
Multisan	110	0.016	1	1	0.016
Estimulator P	110	0.11	1	1	0.11
Sonopuls 571	110	0.0805	1	1	0.0805
Polio 101	110	0.015	1	1	0.015
Magneto Flexa	110	0.3	1	3	0.9
Equipo Multisan	110	0.013	1	2	0.026
Baños Galvánicos	110	1.7	1	2	3.4
Hidromasajes de miembros	110	0.38	1	4	0.76
Bañera galvano-farádica con masaje subac	110	1.6	1	2	3.2
Tina de Hubbard	110	6	3	1	6
Bañera Biarritz	110	1.6	3	4	6.4
Sonopuls 492	110	0.045	1	2	0.09
Láser Mix-5	110	0.1	1	1	0.2
Lámpara de Hendidura	110	0.035	1	1	0.035
Lámpara de Hendidura	110	0.04	1	1	0.04
Proyector de octotipo	110	0.01	1	1	0.01
Perímetro manual	220	0.065	1	2	0.13

Equipo de cao visual	220	0.2	1	1	0.2
Oftalmoscopio	110	0.054	1	1	0.054
Lensómetro	110	0.05	1	1	0.05
Retinoscopio	220	0.009	1	1	0.009
Propela Optutipo	110	0.22	1	1	0.22
Sauna	220	6.6	3	2	13.2
				Total	63.31

Anexo 6: Otras cargas

Equipo	Ubicación	Volt(V)	P(kW)	fases	Cant.	P. Total (kW)
Licuadora de bar	Cabaret	220	0.75	1	1	0.75
Licuadora de bar	Snack Bar	220	0.75	1	1	0.75
Licuadora de bar	Sala de juegos	220	0.75	1	1	0.75
Licuadora de bar	Cocina central	220	0.75	1	1	0.75
Licuadora de bar	Lunche	220	0.75	1	1	0.75
Licuadora de bar	Plantas Medicinales	220	0.75	1	1	0.75
Sierra sin fin	Carniceria-Pescaderia	220	0.75	1	1	0.75
Moledora de carne	Lunche	220	0.75	1	1	0.75
Laminadora	Panadería - dulcería	220	0.75	3	1	0.75
Batidora	Panadería - dulcería	220	0.75	3	2	0.75
Batidora	Panadería - dulcería	220	0.75	3	1	0.75
Batidora	Cocina 7mo	220	0.56	1	1	0.56
PC	Hotel	110	0.35	1	41	14.35
PC	Dir. del complejo y museo	110	0.35	1	37	12.95
Impresora	Hotel	110	0.066	1	18	1.188
Impresora	Dir. del complejo y museo	110	0.066	1	14	0.924
Scaner	Hotel	110	0.11	1	2	0.22
Scaner	Dir. del complejo y museo	110	0.11	1	4	0.22
Ventilador	Hotel	110	0.05	1	15	0.75
Ventilador	Dir. del complejo y museo	110	0.05	1	6	0.3
Váscula	Hotel	110	0.005	1	9	0.045
Secador de manos	Hotel	220	1.2	1	12	14.4
TV Plasma	Hotel	110	0.04	1	220	8.8
TV	Hotel	110	0.12	1	16	1.92
Váscula	hotel	110	0.04	1	2	0.04
					Total	65.04