

**UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE
LAS VILLAS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE ELECTROENERGÉTICA**



TRABAJO DE DIPLOMA

**Gestión total eficiente de la
energía eléctrica.**

**Autor: Adrian Zayas González
Tutor: Dr. Carlos de León Benítez**

**Santa Clara
2014
"Año 56 de la Revolución."**

**UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE
LAS VILLAS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE ELECTROENERGÉTICA**



TRABAJO DE DIPLOMA
**Gestión total eficiente de la
energía eléctrica.**

Autor: Adrian Zayas González
Tutor: Dr. Carlos de León Benítez

Santa Clara
2014
"Año 56 de la Revolución."

PENSAMIENTOS

“La libertad no se pide se conquista con el filo del machete”.

Antonio de la Caridad Maceo Grajales.

“Los que tienen rango dicen sigan pero los que tienen jerarquía dicen síganme”.

Camilo Cienfuegos Gorriarán.

AGRADECIMIENTO

A mi mamá y a mi papá por darme apoyo durante estos últimos 9 años que han sido pacientes.

A mis dos abuelas que siempre trabajaron para poder brindarme lo mejor de si.

A mis hermanas Graciela y Marifel que tengo fé que algún día lleguen a donde yo estoy.

A toda mi familia en general.

A mi tutor por sus sabios consejos y ayuda en la confección de este trabajo.

A todos mis amigos, Yasmany, Álvaro, Claudio, Sergio, Amaró, Nagüe, Cagigas y Oscarito por el apoyo brindado.

A los compañeros de aula que hemos sido machos durante toda la carrera en especial a Cruz, el Mulato y Victor.

A mis compañeros de automática Tiburón, Suazo, Diosdany, Jaime, Reinaldo y Walla, y a todos en general.

Y un agradecimiento muy especial a mi persona por saber llegar a donde hoy estoy.

● **RESUMEN**

El presente trabajo está motivado por la necesidad que existe en el sector turístico de reducir el índice de consumo eléctrico, se realiza un esbozo de la importancia del turismo para Cuba y se presentan resultados obtenidos de la aplicación de una Gestión Económica Eficiente en cuanto a energía eléctrica en el hotel "Las Cuevas". Se realizó una caracterización energética del Centro, determinándose la estructura de consumo de la energía eléctrica que va a ser el portador energético de estudio. Se trazó una estrategia para descender los 43.05 kW.h/HDO (kilowatt hora vs. habitación-día-ocupada) del índice de consumo eléctrico.

Para realizar los diagnósticos sobre el uso eficiente de la energía, dirigido al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro, conservación y reducción de los costos energéticos, se utilizó guías de ahorro y eficiencia energética en establecimientos hoteleros, se verificó el cumplimiento de las normas cubanas para el sector turístico, equipos de venta que ofrecen algunas empresas cubanas como COPEXTEL S.A, RENSOL, etc.

INDICE

| | |
|--|----|
| <u>INTRODUCCION</u> | 8 |
| <u>OBJETIVO GENERAL</u> | 9 |
| <u>OBJETIVOS ESPECIFICOS</u> | 10 |
| <u>CAPÍTULO 1: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ESTADO DEL ARTE.</u> | |
| . | |
| 1.1 Introducción..... | 11 |
| 1.2 Evolución y desarrollo del turismo..... | 11 |
| 1.3 Variables que influyen en el consumo de energía eléctrica de los hoteles..... | 14 |
| 1.4 Crecimiento del turismo en Cuba en los últimos 20 años..... | 15 |
| 1.5 Reflexiones sobre el consumo energético en el sector hotelero cubano..... | 17 |
| 1.6 Aprovechamiento y uso de calentadores solares en Cuba..... | 18 |
| 1.7 Consideraciones generales para la evaluación del comportamiento de los consumos energía eléctrica en una instalación turística..... | 20 |
| 1.8 Conclusiones parciales..... | 21 |
| <u>CAPITULO 2: CARATERISTICAS DEL HOTEL, PUESTOS CLAVES Y DIAGNOSTICO ENERGETICO.</u> | |
| 2.1 Introducción..... | 22 |
| 2.2 Características de la gestión energética del centro..... | 22 |
| 2.3 Determinación de los puestos claves..... | 24 |
| 2.4 Establecimiento de los índices de consumo..... | 25 |
| 2.5 Diagnóstico energético..... | 26 |
| 2.6 Estado actual de la instalación..... | 27 |
| 2.6.1 Agua caliente..... | 27 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| 2.6.2 Iluminación..... | 36 |
| 2.6.3 Climatización..... | 41 |
| 2.7 Conclusiones parciales..... | 42 |
| <u>CONCLUSIONES GENERALES</u> | 43 |
| <u>RECOMENDACIONES</u> | 44 |
| <u>BIBLIOGRAFIA</u> | 45 |
| <u>ANEXOS</u> | 48 |

INTRODUCCION

Es una realidad que los recursos renovables de energía se están agotando lo cual se ve influenciado por una elevación de los precios de los combustibles en el mercado internacional y nuestro país no escapa de dicha problemática. Entre otros sectores los establecimientos hoteleros utilizan una gran cantidad de energía (principalmente eléctrica) para poder brindar servicios y confort a sus clientes, es por ello que debemos asumir un control sobre el ahorro energético ya que como venía diciendo es uno de los principales costos de un establecimiento. Una gran parte de los hoteles presentan índices relativamente bajos de eficiencia energética que muchas veces es debido al no realizar medidas de ahorro por descuido de los profesionales del sector de soluciones tecnológicas para la reducción del consumo (1), (2).

En el presente trabajo se realiza un esbozo de la importancia del turismo para Cuba, algunas concesiones de futuro en función al uso de energéticos, compara las incidencias de los consumos energéticos y los costos energéticos de cada uno de los portadores usados en la industria turística. Con la aplicación de las nuevas tecnologías para el ahorro de energía en instalaciones industriales y de servicios, es posible elevar la eficiencia en el consumo de electricidad en dichas instalaciones.

Finalmente se dan algunas pautas a seguir en los futuros estudios energéticos con el fin de encontrar un indicador capaz de evaluar adecuadamente los consumos de electricidad de las instalaciones hoteleras.
(3)

OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio energético integral del hotel “Las Cuevas” el fin de proponer un conjunto de medidas que propicien el mejoramiento de los indicadores relacionados con el consumo de energía eléctrica en la instalación.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Realizar un estudio bibliográfico de la temática vinculada al sector del turismo.
2. Estudiar las condiciones actuales del sistema eléctrico de la instalación.
3. Determinar las áreas de mayor influencia en los consumos de energía de la instalación.
4. Evaluar alternativas de mejoras relacionadas con el equipamiento de las áreas identificadas.
5. Proponer plan de medidas para la mejora de los indicadores de consumo de energía en la instalación.

CAPITULO 1:

REVISION BIBLIOGRAFICA Y ESTADO DEL ARTE.

1.1 Introducción:

Este capítulo aborda sobre la evolución que ha tenido el turismo, las características idóneas que tiene el Caribe para el desarrollo del mismo, los factores que influyen para su progreso como son las condiciones climáticas, el tipo de turismo y las categorías del hotel, se reflexiona sobre el consumo energético en instalaciones hoteleras cubanas, se ofrecen ejemplos del uso de calentadores solares en Cuba, y se analiza el comportamiento de los consumos de energía eléctrica en una instalación hotelera.

1.2 Evolución y desarrollo del turismo.

Todas las opiniones de expertos e informaciones profesionales parten de que el recreo y las vacaciones abarcan un entorno de más del 70% del movimiento turístico mundial. Dentro del turismo vacacional la primacía absoluta la tiene el turismo de sol y playa, el que para algunos representa el 80% del turismo vacacional mundial. Este tipo de turismo es el que ha prevalecido durante toda la segunda mitad del siglo XX y que ha llevado a la industria turística a los primeros planos de la economía mundial por sus niveles de crecimiento mayores que las del PIB mundial, aporte en divisas y en otros casos, por la creación de empleos. El Caribe es el destino por excelencia de sol y playa, distinguiéndose por aguas más cálidas, limpias, tranquilas y exóticas, en donde las actividades vinculadas al mar, los deportes náuticos y los cruceros han tenido preeminencia y se corresponden esencialmente con la imagen alcanzada y consolidada durante prácticamente toda la segunda mitad del siglo XX. (4)

En el turismo internacional existe una creciente tendencia al desarrollo de los hoteles ecológicos. En Europa ya existen experiencias, y en países de nuestra región, como Costa Rica (con mayor desarrollo), Panamá y República Dominicana, se abren camino estas ideas y existen realizaciones concretas, como es la cadena de hoteles Cayuga, por solo señalar un ejemplo. Los diseños bioclimáticos, la eficiencia energética y el uso de fuentes renovables de energía, son conceptos básicos que identifican un hotel ecológico. Los

diseños bioclimáticos aprovechando los recursos disponibles como el sol, la vegetación—techos verdes—, la lluvia, el viento y el calor geotérmico, se utilizan para disminuir impactos ambientales y reducir considerablemente los consumos de energía y agua. (5)

Se maximiza el uso de materiales de construcción —bioconstrucción— que provienen de fuentes y tratamientos ecológicos, como el adobe, la arcilla, la cal y las fibras vegetales, entre otros, con más de un siglo de experiencia en Cuba, que se combinan con diseños sostenibles y arte ambiental. Son incorporados en el diseño las más modernas técnicas de eficiencia energética, con iluminación a través de tecnología LED, cocción de alimentos por medio de inducción magnética y otras del más bajo consumo energético. Generalmente, en los hoteles ecológicos se emplea una mezcla de tecnologías que aprovechan las fuentes renovables de energía, tales como paneles fotovoltaicos de alta eficiencia (fig.1.1), calentadores solares de tubos al vacío para el calentamiento de agua, entre otras tecnologías, y aire acondicionado solar. (5)



Fig. 1.1 Paneles fotovoltaicos en habitaciones de un hotel.

También se prioriza el uso de biodigestores para procesar las excretas humanas y convertirlas en energía, y de pequeños aerogeneradores de cornisa u otros, en aquellos lugares donde el viento reinante lo justifica, así

como tecnología geotérmica para aprovechar el calor de la tierra. Mediante la integración de estas tecnologías de fuentes renovables es posible que todo el consumo sea cubierto con generación propia y no contaminante, lo que convierte a las instalaciones en «hoteles cero emisiones» (produce toda la energía que consume) o «energía plus» (produce más energía que la que consume), según el caso. También existen las opciones de uso de autos eléctricos, híbridos, con biocombustibles y bicicletas. Se puede disponer de un «gimnasio verde» donde el equipamiento utilizado, como bicicletas y otros, generan la energía del local y de una parte del hotel (fig.1.2). (5)



Fig. 1.2 Modelo de un hotel ecológico.

En esos hoteles se tiende al máximo ahorro del agua, la purificación y el tratamiento de las aguas negras, además de la reducción de los desechos sólidos no reciclables. En esas instalaciones se pone énfasis en el adecuado aprovechamiento del agua, con tecnologías modernas que permitan su máximo ahorro, haciendo uso responsable del líquido. El agua de lluvia se recoge en aljibes para determinados usos, y se asegura que toda agua albañal que sale del hotel mantenga las condiciones del ecosistema circundante. Como norma no se utilizan bolsas plásticas, y se evita el uso de otros materiales no reciclables. (5)

En estos últimos años el turismo en Cuba, no solamente se ha convertido en un sector importante para el desarrollo integral del país, sino que se convirtió en el sector más importante y el de más dinámico crecimiento, además de ser una gran fuente de empleos y de constituir el motor impulsor de gran parte de las industrias nacionales, por lo que elevar gradualmente y sistemáticamente

los índices de eficiencia, está entre los grandes reto de esta industria, significando que entre sus líneas de trabajo priorizadas se conciban los procesos de mejoras continuas de calidad como vía para incrementar la productividad y los ingresos y de esta forma asegurar altos niveles de competitividad y posicionamiento favorable en el mercado.

El turismo cubano, que no está exento de la actual contracción económica internacional, sigue inmenso en la búsqueda de alternativas que le permitan mostrar al visitante un destino donde combina valores naturales, culturales e históricos con la excelencia del servicio y la calidad en las ofertas.

1.3 Variables que influyen en el consumo de energía eléctrica de los hoteles.

Experiencias internacionales demuestran que una instalación hotelera que funcione eficientemente, desde el punto de vista energético, debe consumir entre 5 y 7 % de sus ingresos para cubrir los gastos energéticos, indicador que varía en función del tipo de hotel y la categoría que ellos posean, así como del tipo de servicio que se ha prestar. En Cuba, en las cadenas Cubanacán, Gran Caribe Islazul y Horizontes, este indicador oscila entre 8 y 16 % y puede llegar hasta 20 % en hoteles que tienen una infraestructura muy atrasada y bajos niveles de comercialización. Las áreas que consumen más energía eléctrica en un hotel son la climatización y el alumbrado. Para hoteles del Caribe en particular, el consumo de climatización puede representar alrededor de 65 % del total del consumo de electricidad, debido fundamentalmente a las altas temperaturas, mientras que el consumo en equipos de refrigeración representa alrededor de 14 %, el alumbrado 11 %, ventiladores y bombas 12 % y la producción de agua caliente 7 % aproximadamente.(6)

Es importante conocer las variables que influyen en el consumo de energía eléctrica de los hoteles para de esa forma tratar de abatir el impacto de ellas sobre el consumo total, en los países del Caribe donde las temperaturas exteriores son elevadas y los niveles de confort son los mismos para todas las personas una de las variables de mayor incidencia en el consumo lo es:

El Clima: Esta variable es la más importante en el consumo de energía eléctrica y en los países del trópico en ocasiones se puede consumir en una misma habitación hasta 10 veces más energía en verano, comparándolo con

el consumo de invierno, ella está muy relacionado en el caso cubano con la época del año donde los meses de julio y agosto son los de mayor calor del país, y meses como mayo-junio, septiembre-octubre las temperaturas promedios son inferiores debido al efecto del incremento de la lluvia y con ello provoca un refrescamiento de las temperaturas exteriores.

Categoría del Hotel: En función de la categoría de la instalación turística son diferentes los estándares de calidad y oferta que debe recibir el cliente, el nivel de equipamiento tecnológico no es el mismo, por ejemplo; en hoteles hasta 3 estrellas es utilizado equipos climatizadores de ventana de menor eficiencia que los equipos centralizados utilizados en hoteles 4 y 5 estrellas y si conocemos que la carga fundamental en los hoteles es la climatización ello implicará una diferencia sustancial al analizar los indicadores de los diferentes hoteles.

Tipo de Turismo: El máximo consumo de energía de una habitación lo representa la climatización seguido por la iluminación y en ambos casos el consumo de la energía eléctrica depende del régimen de explotación a que es sometida, la cantidad de turistas y el tiempo de estancia en ella, costumbres y hábitos de consumo de cada turista. (3), (7), (8), (9)

Conociendo estos factores, en muchos hoteles se ha implementado la estrategia de trasladar la animación al horario de mayor demanda y pico del sistema electroenergético nacional donde el precio de la energía casi se duplica al doble con el objetivo de tratar de alejar a los clientes de los lugares de mayor consumo, (Habitación) y desplazar el consumo de forma general. (3)

1.4- Crecimiento del turismo en cuba.

Fue en la década del 90 durante la cual el desarrollo del turismo internacional alcanzó ritmos casi imposibles de imaginar. El flujo turístico se multiplicó 5 veces, pasando de 34 000 en 1990 hasta sobrepasar el millón 600 000 en 1999. Los ingresos brutos derivados del turismo alcanzaron la cifra de 1900 millones de dólares. La tasa de crecimiento anual, un 19 % en los visitantes y un 26 % en los ingresos brutos, han sido la más alta en toda la región del caribe. Estadísticas elaboradas por (TRIANA1999) del centro de estudios de la economía cubana reflejan que el turismo en cuba creció desde 1990 hasta

el 1999 de 12000 a 34000 el número de habitaciones, los ingresos brutos crecieron de \$240 millones de Usd a \$1959 millones de Usd, alcanzándose un arribo de turistas cercanos al 1 600 000 turistas al año. Además se prevé un crecimiento sostenido del sector de un 16%, que para el año 2010 posibilitara 50000 nuevas habitaciones y sea capaz de admitir entre 5 y 7 millones de turistas año. Como es lógico toda esta infraestructura debe tener garantizado un suministro eléctrico adecuado de unos 547.5 GW.h anuales que representaría aproximadamente el 5 % del consumo de cuba del año 2001.(10)

En cuanto a los hoteles, si descontamos los de dos estrellas, resulta apreciable la construcción acorde con estándares medio y alto de confort en el plano internacional, de esta forma mientras en 1990 había solamente 75 hoteles de 3 estrellas o más, en 1996 esa cifra se eleva a 128; y en 1999 es de 141 instalaciones. Lo anterior arroja un crecimiento aritmético del 188% entre, 1990 y 1999. Por su parte el número de habitaciones pasa de 11 600 habitaciones superiores a dos estrellas en 1990, a más de 26 000 en 1999, lo que significa un crecimiento cercano al 227%. (3) (10)

El diseño de la oferta hotelera en Cuba incluye un grado relativamente alto de concentración de las cadenas hoteleras en determinados segmentos de calidad. Así para las cuatro principales cadenas, "Cubanacán" y "Gran Caribe" cubren en lo fundamental (alrededor del 91% en 1998) la oferta de 5 estrellas. Por su parte Horizontes es la cadena con mayor número de instalaciones de tres estrellas (46.7% del total) y también de dos estrellas (66%). "Gaviota" la menor compañía en cuanto a número de instalaciones, se encuentra representada básicamente en la categoría cuatro estrellas, representando el 14,8% del total de instalaciones, en este segmento "Horizontes" y "Cubanacán" cubren el 83% restante. Los ingresos totales por turistas disminuyen de forma absoluta a partir de 1996 así en 1990 estos eran de \$ 948.00 dólares ascendiendo hasta un pico de \$ 1 476.00 dólares en 1995, para iniciar un descenso que se mantiene hasta 1999, donde el ingreso total por turista fue de alrededor de 1 250.00 dólares. (3) (8)

El flujo turístico es por naturaleza estacional, a la inversa con el verano y las altas temperaturas, siendo para Cuba el mes de mayor arribo de turistas el de diciembre y el de menor arribo junio, la variación en cuanto al número de turistas indica que diciembre recibe, como promedio, entre el 166% y el 200% de turistas de lo que lo hace el mes de junio. En general los picos máximos de turistas van de noviembre a marzo o abril. Coincidentes con la zafra azucarera en el país. Esta peculiaridad hace que, aunque en absoluto disminuya los factores ociosos en la economía, con el aumento de la actividad turística se acentúe en relativo su carácter cíclico o estacional y favorece a un menor consumo energético por habitación ocupada. (11)

1.5 Reflexiones sobre el consumo energético en el sector hotelero cubano.

En Cuba la industria turística ha constituido uno de los sectores en que se ha producido un fuerte proceso inversionista, lo que posibilitó la construcción de un número elevado de hoteles en los diferentes polos turísticos. En estas instalaciones se ha orientado la realización de trabajos que conduzcan a lograr que se obtenga una explotación eficiente, y para ello se necesita desarrollar la “iniciativa de los territorios, realizando eficazmente todas las inversiones con los indicadores de eficiencia planificados, reduciendo los costos y gastos sin afectar la calidad del servicio”. (12)

Las medidas de ahorro energético aplicables a los hoteles, que van desde las medidas más sencillas de aplicación como sustitución de lámparas hasta las más complejas como la cogeneración, la energía solar y los sistemas de gestión energética. En muchos casos se acompañan de estudios prácticos de rentabilidad que proporcionan al empresario del sector hotelero una visión del nivel de inversión y del periodo de amortización de las mismas, una actuación decidida por parte de los gestores puede generar ahorro de energía, beneficios de índole económico y a su vez contribuir al sostenimiento de nuestro entorno natural y en definitiva, a una mayor calidad de vida. (13)

En el grupo de tecnologías más empleadas para elevar la eficiencia energética se encuentran; el aprovechamiento de la energía solar, aplicación de la cogeneración, control y regulación de la energía, mantenimiento

adecuado, utilización de la luz natural, interruptores automáticos de ocupación y aislamiento térmico. (7)

Las fuentes renovables de energía coexisten, se ayudan y se suman en el desarrollo sostenible y en el respeto a la naturaleza. Es imposible hablar de un desarrollo sostenible basado en fuentes no renovables de energía. (14)

Dentro de las aplicaciones de la energía solar se destaca por su fiabilidad técnica y su rendimiento el calentamiento de agua, con fines sanitarios, con colectores solares en instalaciones del turismo, donde se requiere disponibilidad de agua caliente a cualquier hora del día; además, para consumo de agua caliente sanitaria de hasta 500 litros al día se recomienda la utilización de colectores solares termosifónicos modulares (14). En este trabajo se ha planteado el proyecto y el cálculo de un sistema solar termosifónico de calentamiento de agua sanitaria en las habitaciones del hotel “Las Cuevas” en Trinidad, Sancti Spíritus.

El indicador gastos energéticos vs. ingresos, si bien es un indicador global integrador y útil, no permite evaluar los resultados específicos en cuanto a eficiencia en la utilización de los energéticos, ni permite diagnosticar y corregir las causas que puedan provocar su deterioro. Es por ello que el monitoreo y control de la eficiencia energética debe basarse en índices de consumo físicos que relacionen el consumo de portadores energéticos con los servicios prestados. (15)

Estudios precedentes han señalado la influencia de otros factores, no relacionados con la ocupación del hotel, sobre el consumo de energía eléctrica, lo cual limita la utilización del índice de consumo kW.h/HDO para la implementación de un sistema efectivo de monitoreo y control energético, así como su aplicación en la evaluación de las mejoras energéticas en períodos diferentes. (3) (15)

1.6 Aprovechamiento y uso de calentadores solares en cuba.

En Las Tunas sobresale la instalación de cerca de un centenar de calentadores solares, ubicados en los hoteles “Las Tunas” y “Brisas Covarrubias”, los cuales permiten un ahorro notable de la electricidad tradicional por el calentamiento de agua, un servicio muy demandado tanto por los turistas nacionales como extranjeros. (16)

En Ciego de Ávila en el año 2010 se ejecutaron dos proyectos: uno en el Hotel

“Sierra Maestra” con 77 calentadores termosifónicos de 200 litros y otro en el Hotel Morón, con 36 calentadores termosifónicos de 200 litros. Además de 13 proyectos que están en diferentes fases. La demanda de calentadores solares para el 2011, conciliada con el SIME y los OACE asciende a 5 487 equipos, de ellos 5 203 se producirán en la fábrica. Se están formando 15 proyectistas especializados en sistemas solares, con tesinas consistentes en la ejecución de proyectos reales. Se trabaja en crear un aula especializada para el trabajo de proyectos utilizando *software* y bases de datos de Alastor Ingeniería. (17)

En Santiago de Cuba existen 22 hoteles del MINTUR, de los cuales 14 utilizan colectores solares para el calentamiento, combinados con algún tipo de apoyo (sistema híbrido) ya sea eléctrico, con gas o fuego directo, pues las instalaciones solares están diseñadas para que aporten una parte de la energía total demandada por cada hotel (aproximadamente entre un 75 y 85% de la energía total requerida para calentar el volumen de agua que demanda cada hotel). Referimos al Hotel Versalles de Santiago de Cuba, el cual tiene un total de 72 habitaciones cuyo sistema para calentamiento de agua está compuesto por 72 colectores solares y un sistema auxiliar de Gas Licuado de 63 000 kCal/h de capacidad como apoyo, para calentar un volumen de agua de 11m³. (17)

Específicamente en Sancti Spíritus, se encuentran instalados alrededor de 300 de estos colectores solares de tubos de vidrio al vacío, que se han convertido en una solución importante al lograr reducir el consumo de portadores energéticos a más de la mitad. Solo en lo que va de 2013 han entregado unos 9 000 metros cúbicos de agua caliente para uso industrial y esta energía limpia consiguió una reducción a más de la mitad del consumo de combustible de las calderas tradicionales. Aquí, estos equipos se ubican sobre todo en centros del Ministerio del Turismo como el “Hotel Zaza”, “Plaza”, “Hostal El Rijo”, “Trinidad del Mar”, “Ancón”, “Costa Sur”; y antes que finalice el año 2013 también se instalará un grupo de ellos en la “Villa Los Laureles”.(18)

CUBA comenzó la venta a particulares de calentadores solares de agua de tubos al vacío en cuatro tiendas pertenecientes a la Corporación CIMEX S.A., dos de ellas ubicadas en la capital del país y las otras en la provincia de Matanzas. Camilo García, especialista comercial de la Dirección de Comercio

Minorista de CIMEX S.A., destacó que es la primera vez que se vende a la población calentadores solares de agua y, además, con servicio de instalación, garantía de tres años y postgarantía, a cargo de la empresa EcoSol Energía.

Según explicó, el plan piloto de comercialización, en pesos convertibles (CUC), comenzó en septiembre del 2007 y comprende, hasta ahora, las tiendas “Plaza de Carlos III” y “La Puntilla”, en Ciudad de La Habana, y “El Azulejo” y “Dos Leones”, en Matanzas, en las cuales se está ofertando un modelo que permite almacenar 90 litros de agua. El especialista refirió que aquellas personas interesadas en adquirir esta novedosa tecnología que utiliza la energía solar y contribuye al ahorro pueden acudir a las cuatro tiendas mencionadas, donde se les ofrecerá toda la información al respecto. Frank Rodríguez Leyva, jefe de piso de la ferretería ligera de Plaza de Carlos III, confirmó al semanario la comercialización allí de esos sistemas térmicos y señaló que desde septiembre del 2007 hasta abril del 2008 se habían vendido 16, a un precio cercano a los 300 CUC. (19).

1.7 Consideraciones generales para la evaluación del comportamiento de los consumos de energía eléctrica en una instalación turística.

Asesorar periódicamente todos los espacios donde existan equipos que consuman corriente eléctrica y verificar que se estén usando eficientemente Tener conocimiento, estar actualizado y no temer a las inversiones en tecnologías.

Para desarrollar una evaluación del comportamiento de energía eléctrica en una instalación turística primeramente hay que conocer las características de dicho establecimiento, efectuar un estudio sobre los distintos portadores energéticos que se consumen a diario. Para el análisis de la eficiencia energética al nivel empresarial se utilizan diferentes indicadores: índices de consumo, índices de eficiencia e indicadores económicos-energéticos. En el sector hotelero se emplean con mucha frecuencia el índice de gastos energéticos vs. ingresos, los índices de consumo por habitación-día-ocupada (kW.h/HDO, m3/HDO), así como índices de consumo por unidad de área construida (kW.h/m²-año). (15)

Los sistemas que consumen más energía eléctrica son: Climatización (42%) y alumbrado (36%), mientras que los motores, elevadores, refrigeración y servicios de lavandería cada uno consume entre un 5-7% de energía. En cambio para hoteles del Caribe el consumo de climatización es un tanto mayor, en el orden de (55%- 65), debido fundamentalmente a las altas temperaturas ambientales, mientras que la parte de refrigeración consume un 14%, alumbrado un 11%, ventiladores y bombas el 12% y la producción de agua caliente de un 7%,.(3)Por esto que se explica aquí es necesario hacer insistencia en el uso de la tecnología en la iluminación (lámparas LEDs), sistema de agua caliente (calentador solar) y en la climatización.

1.8 Conclusiones parciales.

1. El indicador fundamental para el estudio energético de las instalaciones turísticas que se emplean en las investigaciones realizadas en este sector es kW.h /HDO.
2. En el hotel "Las Cuevas" las áreas de mayor incidencia en los consumos de energía eléctrica son los módulos habitacionales y la cocina principal.
3. La variante de empleo de sistemas de iluminación eficientes así como el mejoramiento del sistema de agua caliente y clima deben ser evaluadas como alternativas competentes.

CAPITULO 2:

CARACTERISTICAS DEL HOTEL, PUESTOS CLAVES Y

DIAGNOSTICO ENERGETICO.

2.1 Introducción:

En este capítulo se realiza primeramente la caracterización de la gestión energética del hotel, después se determinan los puestos claves, luego se establecen los índices de consumo, posteriormente se hace un diagnóstico energético y un análisis profundo en la iluminación, servicio del agua caliente y en la climatización de toda la instalación hotelera.

2.2 Características de la gestión energética del centro.

El Hotel Las Cuevas se encuentra en la falda sur del Macizo Montañoso Guhamuaya, distinguido por su exuberancia en la flora y en la vegetación, con especies de interés fitogeográfico y la presencia de bosques semidesiduo mesófilo como vegetación más extendida en la zona el hotel realiza su servicio fundamental en las ventas de alojamiento y gastronomía, para ello cuenta con 114 cabañas agrupadas en módulos de 2 habitaciones, construidas de hormigón, madera y marquetería de plástico y cristal, con un nuevo y autóctono mobiliario, baño privado, agua caliente las 24 horas, servicio telefónico, todas climatizadas, con cajas de seguridad, TV vía satélite y dimensiones interiores de 4 estrellas. Brinda servicios de lavandería, snack bar, piscina para niños y adultos (fig. 2.1), bar, restaurante buffet y especializados, el centro le oferta la discoteca “Ayala “en una cueva con igual nombre que los distingue de las demás instalaciones del polo, museo espeleológico, tiendas, parqueo, servicios médicos las 24 horas, cancha de tenis, cambio de moneda, servicio de TAXI, buró de turismo (fig. 2.2) donde venden opcionales como: el tren turístico, recorrido de ciudad, paseos a caballo y actividades náuticas, entre otras. Además todas estas construcciones se encuentran en una extensa área verde que por su colorido constituye una atracción más para el turismo nacional e internacional (fig. 2.3). (20) (21)



Fig. 2.1 Área de la piscina.



Fig. 2.2 Buró de turismo.



Fig. 2.3 Vista de un área verde del hotel “Las Cuevas”.

Esta descripción unido a una concepción de la animación turística sustentada en espectáculos de música y danza campesina, revistas de música popular cubana y grupos folklóricos de la ciudad, integran en sentido peculiar el entorno del Hotel Las Cuevas, que se enriquece de manera excepcional. (21)

Los portadores energéticos que se consumen en esta instalación hotelera son los siguientes:

1. Electricidad
2. Diésel
3. Gasolina
4. aceites lubricantes. (21)

En este trabajo solamente se va a especificar en la electricidad. En el anexo A se muestra el índice de consumo del año 2013 y con esos datos se construyó la figura 2.4 que se muestra a continuación:

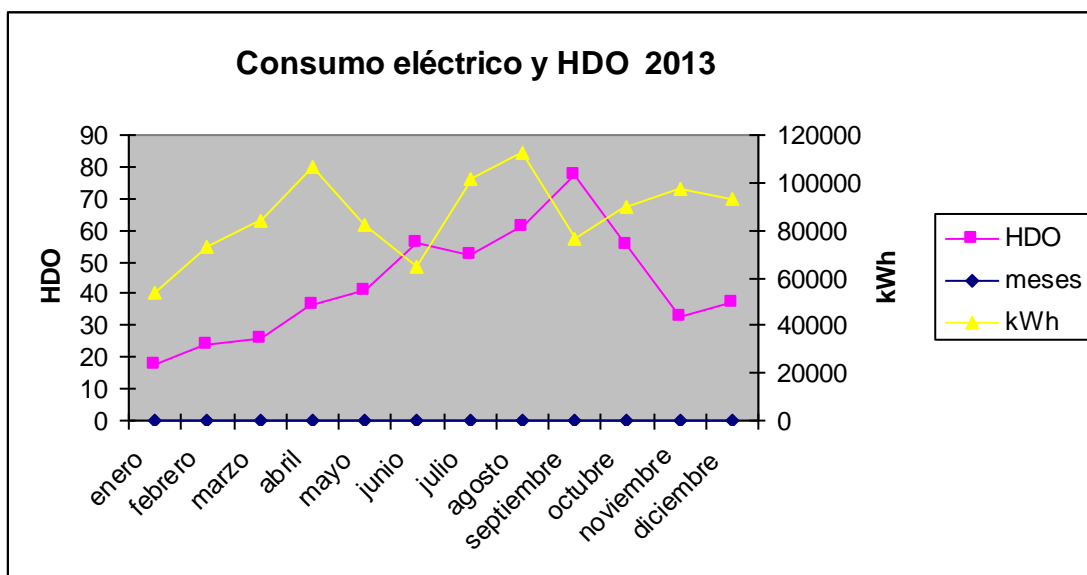


Fig. 2.4 Consumo eléctrico y HDO en el año 2013.

2.3 Determinación de los puestos claves.

En este centro de servicio no existen equipos eléctricos de alto consumo, por lo tanto se determinó seleccionar como puestos claves determinadas áreas de acuerdo a su consumo, ellas son las siguientes:

c/u, una freidora de 9 kW, un horno rápido de 19 kW, 3 mesas calientes que Restaurante-Cocina: Consta de las siguientes cargas eléctricas instaladas principalmente: 5 splits de 5.5 kW c/u , una máquina de fregar con 3 motores

de 1.5 kW suman 9 kW, etc.; entonces en todo el bloque se tiene un total de 119.32 kW.

Restaurante-Cocina-Piscina-Gerencia: 3 splits de 2.2 kW, 2 aires acondicionado de 1.35 kW y 3 de 1.23 kW, 5 neveras de 0.22 kW, total de alumbrado 0.45 kW, etc. que en total sería una carga de 35.1 kW.

Módulo A (12 habitaciones): Consta de las siguientes cargas eléctricas instaladas por habitaciones, un aire acondicionado de 1.23 kW, 8 luces de 0.011 kW, un calentador de agua (aclaramos que es un calentador para dos habitaciones) de 1.5 kW, un televisor de 0.085 kW, un minibar de 0.09 kW y una secadora de pelo de 1.3 kW; sumando todo serían 4.128 kW.

Módulo B (4 habitaciones): Todas las habitaciones tienen conectadas aproximadamente las mismas cargas eléctricas la diferencia es que este bloque en lugar de aire acondicionado tiene split de 3.72 kW, sumando todo serían 7.914 kW.

Módulo C (16 habitaciones): Igual al Módulo A pero su carga instalada es de 4.33 kW.

Módulo D (4 habitaciones): Igual al Módulo A pero su carga instalada es de 3.844 kW.

Módulo E (6 habitaciones): Igual al Módulo B pero su carga instalada es de 6.657 kW.

Módulo F (16 habitaciones): Idéntico al Módulo A pero con una carga de 4.294 kW.

Módulo G (10 habitaciones): Idéntico al Módulo B pero con una carga de 8.856 kW.

Módulo H (30 habitaciones): Idéntico al Módulo A con una carga de 4.199 kW.

Módulo M (12 habitaciones): Idéntico al Módulo B pero con una carga de 7.837 kW.

2.4 Establecimiento de los índices de consumo

En el sector hotelero, existe una tendencia mundial de expresar el índice en kilowatt hora por habitación día ocupada (kW.h/HDO). En Cuba se consideran de la misma manera, no obstante existen grandes diferencias en magnitudes. Se puede decir que las marcas de calidad en el consumo de electricidad no están normadas ni legisladas en Cuba y solo se utilizan indicadores que se

han enriquecidos por las diferentes cadenas teniendo en cuenta el historial de consumo desde su fundación en 1994. (22)

Como se muestra en la tabla 2.2 no existe uniformidad en la marca establecida y en la práctica esta marca está funcionando como parámetro fijo sin que previamente se hayan realizados estudios minuciosos de la planta física actual de cada hotel. (3)

Tabla 2.2

Indicadores energéticos utilizados por las diferentes cadenas hoteleras cubanas.

| Cadena Hotelera | kW.h/HDO |
|------------------------|-----------------|
| Gran Caribe S.A | 14-30 |
| Horizontes S.A | 35-40 |
| Gaviota S.A | 35-40 |
| Cubanacán S.A | 30-60 |
| Islazul S.A | 27-60 |

2.5 Diagnóstico energético.

Al realizar este diagnóstico se pudo observar que muchas luces (interiores y exteriores), aires acondicionados y splits se encontraban conectados sin haber huéspedes en la habitación; por la parte de la cocina, restaurante, área de fregado, etc. se apreció que se opera con baja eficiencia el horno rápido (19 kW), la máquina de fregado (4.5 kW), las planchas (8 kW en total) y la freidora (9 kW), y en el horario pico las cámaras de congelación y de conservación apagarlas o que trabajen una hora nada más.

Se proponen algunas recomendaciones que respondan a estos problemas energéticos que pueden solucionarse sin inversión o con un poco de esta:

- Desconectar aires acondicionados y splits cuando estén trabajando camareras o personas del equipo de mantenimiento en las habitaciones.
- Operar eficientemente el horno rápido aprovechando su tamaño y colocar todo lo que quepa en el para cocinar y tratar de desconectarlo cuando se le retiren los alimentos.

- Operar con eficiencia la máquina de fregado que consiste en acumular todo (mientras se pueda) lo destinado a fregar para realizarlo una sola vez y desconectarla al terminar.
- Controlar eficientemente el uso de las planchas y la freidora del mismo modo que el horno rápido.
- .Comprar e instalar relé de tiempo para desconectar las cámaras de congelación y de conservación durante el horario pico o en la mayor parte de ese horario.

En el anexo B se plantea toda la metodología para el cálculo del potencial de ahorro y los índices de consumo. En el Anexo C (tabla 2.3) se observa el potencial de ahorro anual sobre el acatamiento de las acciones, 67.6 MW.h/año, se pudo demostrar que el índice de consumo eléctrico puede descender de 43.05 kW.h/HDO a 35.4 kW.h/HDO.

2.6 Estado actual de la instalación.

Se va a comenzar realizando un análisis profundo de todo el complejo, valoraremos si es posible instaurar la iluminación LEDs, aprovechar al máximo la luz natural, conversar con los clientes y tratar de hacerles entender la importancia del ahorro en su habitación por lo que es necesario desactivar la climatización cuando no se encuentren en ella, realizar la implantación de los termosifónicos en las habitaciones.

2.6.1 Agua caliente.

Las necesidades de agua caliente representan una parte importante del consumo energético del hotel, estas necesidades varían sensiblemente dependiendo de la categoría del hotel, alcanzando valores que oscilan entre un 15 y un 25 % del consumo total de energía del hotel. El aprovechamiento de la energía solar en hoteles para la producción de agua caliente sanitaria es especialmente interesante, debido a los elevados consumos que se suelen presentar a lo largo del año, y al nivel de temperatura de consumo, que al no ser muy elevado hace que los calentadores solares trabajen con unos rendimientos elevados, por todo ello, esta es la aplicación de la energía solar térmica con menor riesgo para la inversión, y con un menor plazo de amortización. (13) (23)

La ingeniera química Lisbeth Fernández Pérez, de la empresa Alastor Ingeniería, explicó a Trabajadores sus ventajas, entre ellas: ahorro de 1 a 8

kW-hora al día; fácil montaje a muy bajo costo; no complicaciones técnicas en su uso; resistente a impactos de granizo de hasta 25 mm y a vientos máximos de hasta 150 km/h, y una vida útil superior a los 15 años. (24)

Estos colectores (como también se les conoce en el ámbito más especializado) absorben la radiación solar por donde circula el agua, lo que permite el calentamiento de esta —de 80 a 90 grados Celsius— en ciclos sucesivos. (25)

La ingeniera precisó que se trata de un proceso continuo de calentamiento de agua y que en días nublados o de poco sol requieren apoyo, ya sea con gas o electricidad. (24)

Su introducción comenzó a partir del 2000, fundamentalmente en el sector hotelero, por lo que en la actualidad este mantiene la supremacía, sobre todo en el polo turístico de Varadero. (17)

Cada calentador solar de un metro cuadrado de área de captación puede producir, como promedio, 3 kW.h cada día como energía térmica, o sea, 1 MW.h al año. Un millón de calentadores producirían 3 GW.h al día, es decir, 1 000 GW.h al año. (25) A continuación se muestran algunos tipos de calentadores solares: compacto (fig.2.5 y fig. 2.6) y de tubos al vacío (fig. 2.7, fig. 2.8 y fig. 2.9) (16)

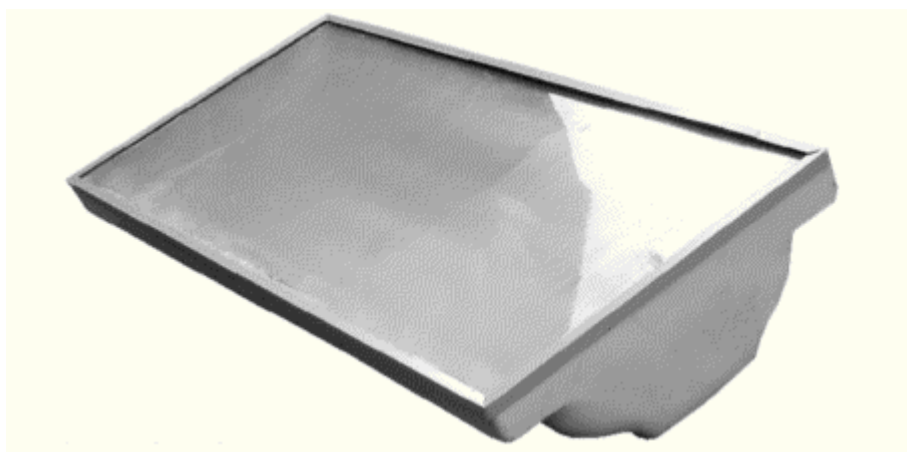


Fig. 2.5 Calentador solar compacto.

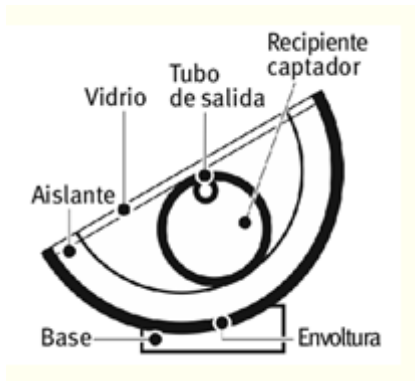


Fig. 2.6 Corte transversal del calentador compacto

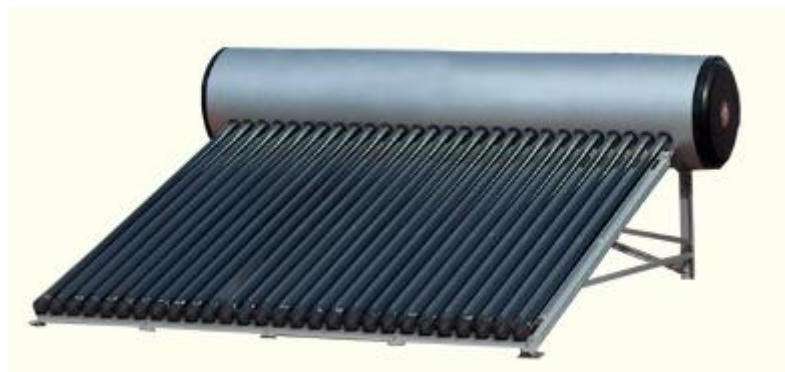


Fig. 2.7 Calentador solar de tubos al vacío.



Fig. 2.8 Detalle de un extremo de los tubos en que se ha creado vacío.

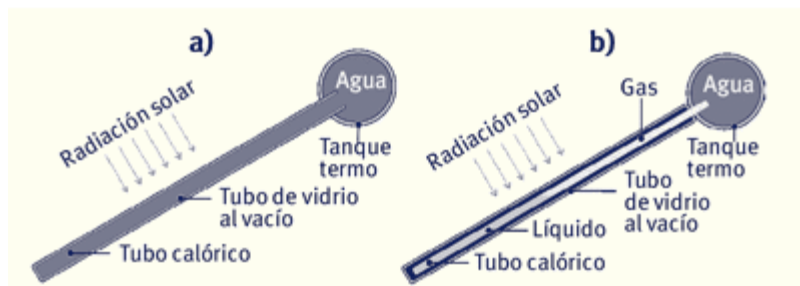


Fig. 2.9 a) termosifónicos y b) tubos calóricos.

En la tabla 2.4 se comparan los costos del calentador de tubos al vacío fabricado por RENSOL con tanque de acero inoxidable, y los fabricados en Cuba con tanque de polietileno, por CUBAENERGÍA y el CIES. (26)

Tabla 2.4
Costos en CUC de calentadores con la utilización de diversos materiales para la fabricación del tanque-termo

| Descripción del calentador | Calentador de RENSOL. \$ | Propuesta de CUBAENERGIA \$ | Propuesta del CIES \$ |
|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Estructura soporte | 16.00 | 16.00 | 14.00 |
| Tubos al vacío | 28.00 | 28.00 | 25.00 |
| Tanque-Termo | 156.00 | 36.00 | 47.00 |
| Total | 200.00 | 80.00 | 86.00 |

La instalación de calentadores solares puede realizarse importando calentadores o fabricándolos en Cuba, pues aún importando el calentador completo de China, la inversión es de rápida recuperación (dos años), pero si se fabrica en Cuba el tanque-termo con polietileno, este tiempo puede reducirse a un año. (26)

Teniendo en cuenta la comparación del colector solar de tubos al vacío sobre el calentador solar compacto (ver Anexo D) va a ser este el más idóneo para su futura instalación. La creciente demanda, la experiencia y las nuevas tecnologías de fabricación de los tubos al vacío a nivel mundial, han permitido que en la actualidad, los colectores de tubo de vacío sean más económicos que los colectores planos. La tendencia lógica que se espera en los próximos años, es el desplazamiento de los colectores planos por los tubos al vacío. (17)

Algunas de las ventajas del calentador solar de tubos al vacío se ofrecen a continuación: (16)

- Son productos de alta calidad, y dada la baja emisividad del tubo (0,08), su alta α (0,93) y su aislamiento por vacío, se consiguen rendimientos superiores a otros tipo calentadores solares.
- El aprovechamiento de la luz difusa permite lograr temperaturas por encima de 40 °C en día totalmente nublados.
- En días de radiación normal en Cuba, adquiere temperaturas superiores

a los 75°C.

- El comportamiento térmico es superior a otros colectores solares que se comercializan, pudiendo trabajar a temperaturas superiores a los 80 °C, con una eficiencia superior a 50%.
- La curvatura del tubo de vidrio (de 30 a 40 mm de diámetro) ofrece una mayor resistencia a los impactos que los colectores planos. Su montaje es muy sencillo si se tienen experiencias
- El mantenimiento es muy sencillo y solamente requiere de limpieza una vez al año. No son sensibles a las incrustaciones.
- En los modelos de tubos calóricos se puede trabajar con presiones en el tanque-termo superiores a cuatro atmósferas, no así en el modelo de tubos termosifónicos, que no resiste sobrepresiones.
- En los modelos de tubos calóricos, si un tubo de vidrio se rompe, el calentador sigue funcionando; sin embargo, si un tubo de vidrio se rompe en el modelo de tubos termosifónicos, la instalación se vacía y deja de funcionar.
- Por la forma aerodinámica de los tubos, resisten vientos fuertes, por lo que si el montaje ha sido correcto, no es necesario desmontarlos durante ciclones. (figura 2.10).

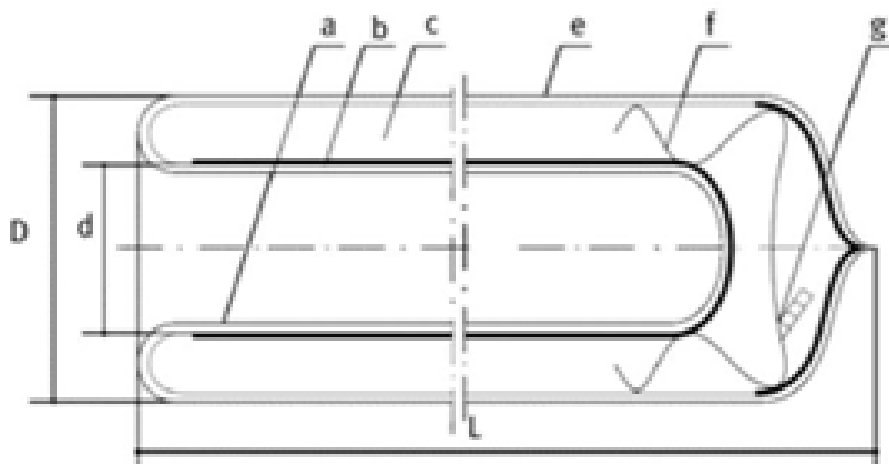


Fig. 2.10 Forma aerodinámica de los tubos al vacío.

Estructura del tubo al vacío:

D: diámetro exterior del tubo.

a: tubo de vidrio interior.

- b: capa selectiva.
- c: zona de vacío.
- d: diámetro interior del tubo.
- e: tubo de vidrio exterior.
- f: soporte de acero.
- g: presilla.

Los Colectores Solares de tubos al vacío termosifónicos suministrados por RENSOL tienen los siguientes datos técnicos: 200L de capacidad, 1.9m² de superficie, resistencia eléctrica de 2.5 kW, eficiencia del 65%, producción diaria de calor de 6.53 kW en el verano y 4.18 kW en el invierno. (27) El consumo de agua caliente por habitación en hoteles se puede apreciar en la tabla 2.6: (21)

Tabla 2.6
Consumo de agua caliente por habitación en hoteles.

| Datos de Consumo de Agua Caliente Según la Normas | | |
|---|---------------------------|---------------|
| 2 Estrellas | 100lts / día / habitación | 100 / 2 = 50 |
| 3 Estrellas | 140lts / día / habitación | 140 / 2 = 75 |
| 4 Estrellas | 180lts / día / habitación | 180 / 2 = 90 |
| 5 Estrellas | 220lts / día / habitación | 220 / 2 = 110 |

Dado como el hotel es 2 estrellas serían 200 litros (para dos cuartos) de agua caliente, es decir que dicho colector quedaría perfecto.

La instalación hotelera posee 114 habitaciones dobles con un calentador de agua (de 1.5 kW) para dos habitaciones, en la tabla 2.1 de Anexo A se representa el consumo, las habitaciones reales y los kW.h/HDO.

Implantando dichos colectores solares suministrados por RENSOL el ahorro se aprecia ahora con el cálculo para el consumo eléctrico:

- Cada calentador eléctrico (uno para dos habitaciones) tiene una potencia nominal de 1.5 kW, trabajan cuatro horas diarias que serían 6 kW.h.

$$\text{➤ } E = P * t = 1.5 \text{ kW} * 4 \text{ h} = 6 \text{ kW.h} \text{ !}$$

- Despreciando el uso de dicho calentador el ahorro obtenido sería hasta:

~~Tabla 2.7~~

- ~~5 844 153~~ (enero)
~~3 844 153~~
- ~~5 45~~ (febrero)
- ~~6 44~~ (marzo)
- ~~8 90~~ (abril)
- ~~7 03~~ (mayo)
- ~~5 715~~ (junio)
- 89951 kW.h (julio)
- ~~1 04~~ (agosto)
- ~~7 06~~ (septiembre)
- ~~7 99~~ (octubre)
- ~~7 97~~ (noviembre)
- ~~7 719~~ (diciembre)

- Instalando los calentadores solares se consumiría:

- Cada colector solar posee una resistencia auxiliar de 2.5 kW, vamos a suponer que dicha resistencia opere ½ hora diaria:

- ~~Tabla 2.7~~ (enero)
~~Tabla 2.7~~

- Realizamos el cálculo para cada mes del año y así queda conformada la tabla 2.7.

Tabla 2.7
Consumo, habitaciones reales y kW.h/HDO por meses empleando calentadores solares.

| mes | consumo (kW.h) | habitaciones reales | kW.h/HDO |
|------------|----------------|---------------------|----------|
| enero | 39106 | 3033 | 12,9 |
| febrero | 58359,3 | 3033 | 19,2 |
| marzo | 68477 | 3216 | 21,3 |
| abril | 92695 | 2948 | 31,4 |
| mayo | 72838,8 | 2019 | 36,1 |
| junio | 58990,5 | 1150 | 51,3 |
| julio | 92394,8 | 1955 | 47,3 |
| agosto | 103477,5 | 1834 | 56,4 |
| septiembre | 71873,3 | 961 | 74,8 |
| octubre | 81943,8 | 1615 | 50,7 |
| noviembre | 83499,5 | 2994 | 27,9 |
| diciembre | 81082,3 | 2497 | 32,5 |
| total | 904737,8 | | 38,4 |

En la figura 2.11 aparece reflejado el consumo real con los termosifónicos obtenido en para la instalación de los mismos:

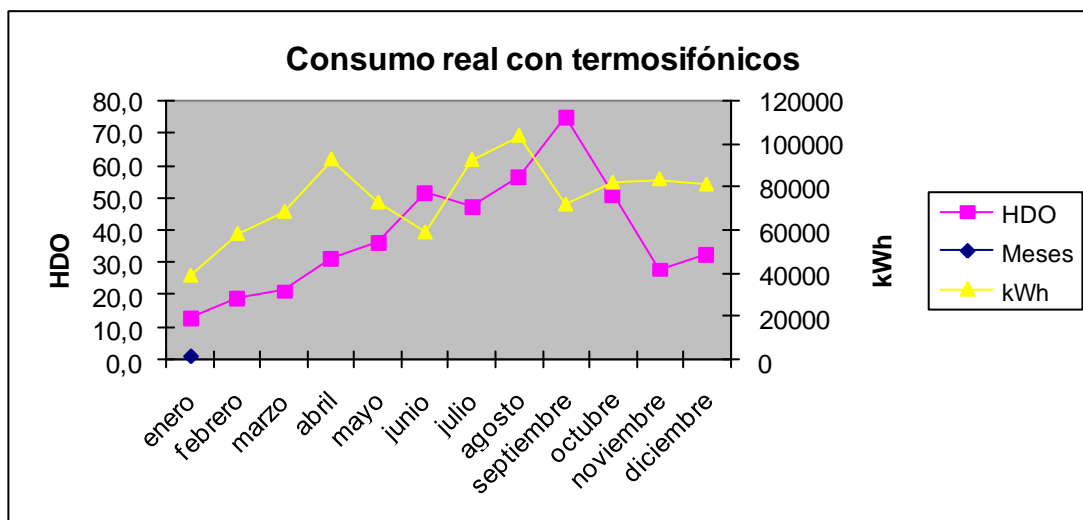


Fig. 2.11 Consumo real con termosifónicos.

Se puede observar que para cada habitación doble empleamos un colector solar con su resistencia auxiliar de 2.5 kW, esta resistencia la emplearemos para un día que esté nublado o si hace falta elevar rápidamente la temperatura del agua hasta 55°C. En la siguiente tabla se muestran datos estadísticos de la radiación solar (kW.h/m2/día) para los meses del año.

Tabla 2.8 (13)

Radiación solar (kW.h/m2/día) para los diferentes meses del año

| DATOS ESTADISTICOS | |
|--|------|
| Radiación Solar (Diciembre - Enero - Febrero) (kW.h / m2 / día) | 4,18 |
| Radiación Solar (Marzo - Abril - Mayo) (kW.h / m2 / día) | 6,53 |
| Radiación Solar (Junio - Julio - Agosto) (kW.h / m2 / día) | 6,34 |
| Radiación Solar (Sept.-Octubre - Noviembre) (kW.h / m2 / día) | 4,85 |
| Radiación Solar Media Anual (kW.h / m2 / día) | 5,42 |

Si la energía promedio anual es de 5.42 kW.h/día, la eficiencia de los colectores solares es 0.65% e instalando 57 de los mismos para 114 habitaciones (uno para dos) se ahorraría:

- *Ahorro* = $5.42 \text{ kW.h/d} * 0.65 * 57 * 365 \text{ d} = 73296 \text{ kW.h/año}$
- *Costo* = $73296 \text{ kW.h} * 0.262813 \text{ CUC/kW.h} = 19263 \text{ CUC}$

Cada colector solar tiene un costo de 888.31 CUC incluyendo tanque-termo acumulador, conexiones hidráulicas, tubos al vacío, resistencia de apoyo (2.5 kW), soporte, montaje, etc., (27) sería una inversión total de 50633.67 CUC.

Pero con el ahorro producido por estos (19263 CUC) se tiene un período de amortización de:

- $50633.67\text{CUC}/19263\text{CUC} = 2.6 \text{ años.}$

Cálculos para llegar al nuevo índice de kW.h/HDO:

- Por el diagnóstico energético se logró bajar hasta 966599 kW.h/año, ahora en este epígrafe se logró disminuir otros 73296 kW.h/año ahorrándose hasta ahora:

➤ $966599 \text{ kW.h/año} - 73296 \text{ kW.h/año} = 893303 \text{ kW.h/año}$

• $\text{Nuevo índice} = 893303 \text{ kW.h} \div 27255 \text{ HDO} = 32.75 \text{ kW.h/HDO}$

Con la energía ahorrada podemos llegar a la conclusión de que descendimos el índice de 35.4 kW.h/HDO hasta 32.75 kW.h/HDO.

2.6.2 Iluminación.

La iluminación de un hotel puede oscilar entre el 12% y el 18% del consumo total de energía, por eso cualquier medida planteada que contribuya a su ahorro tendrá una repercusión significativa a los costos de funcionamiento del hotel. El uso de la luz diurna tiene un impacto considerable en el aspecto del espacio iluminado, y puede tener implicaciones considerables a nivel de la eficiencia energética. (7) (28) (29)

Se comienza valorando la instalación de lámparas existente en los dormitorios del hotel, para tomar una decisión de sustituirla por lámparas LEDs, se valoran tres aspectos fundamentalmente, costo de inversión, consumo energético y durabilidad, se busca lograr ahorros energéticos sin incumplir las normas vigentes de iluminación, las habitaciones tienen 16,88m²(el cuarto tiene 13.5m² y el baño 3.38m²) que a la vez tienen instalados 10 luces (interiores y exteriores) de 11 W y 110 V.

La eficiencia de los bombillos ahorradores es de 42.7 lum/W, tienen una durabilidad de 6000 horas, y su costo es 2.65 CUC, mientras que las lámparas LEDs (posibles a instalar, tipo 624D-2P) tienen una eficiencia de 80 lum/W, una durabilidad de 25000 horas, su costo es de 36.27 CUC, son de 7.5 W y de 90 V a 250 V y son libres de mercurio. (30)

Los LEDs emiten luz difusa, por lo que los espacios se iluminan de forma más homogénea, sin bruscos contrastes ni 'aros' de luz, lo que permite una mejor orientación y percepción de los detalles. La luz que generan es azulada (efecto de "luz de día"), con lo que nuestra visión nocturna se ve menos afectada que la iluminación tradicional de colores artificiales, ofreciendo una mejor visión y percepción de la profundidad y los detalles. Cuando se use de forma intermitente también tendrá un menor impacto en la visión nocturna; en cuanto al alcance del haz de luz este llega

aproximadamente hasta diez metros sin la utilización de lentes o prismas.
(31) (32) En las figuras siguientes se muestran varios tipos de lámparas LEDs.



Fig. 2.12 Luminaria LED en proceso de prueba.



Fig. 2.13 Lámpara LED.



Fig. 2.14 Lámparas de iluminación vial que emplean tecnología LEDs.



Fig. 2.15 Diferentes tipos de LEDs de potencia.

A continuación en la tabla 2.9 (33) aparece una comparación de las lámparas *LEDs* con otros tipos de lámparas y también ofrecemos algunas de las ventajas de esta tecnología: (33) (34) (35)

Tabla 2.9

Potencia de lámparas LEDs con eficiencias de 80 y 100 lm/W y de lámparas de incandescencia y mercurio, y porcentajes de ahorros

| Tipo de lámpara | Potencia total (*) | Potencia y ahorro con LEDs de 80 lm/W | | Potencia y ahorro con LEDs de 100 lm/W | |
|-----------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------|--|-----------|
| | W | W | Ahorro, % | W | Ahorro, % |
| Incandescentes | 100 | 17 | 83 | 14 | 86 |
| Incandescentes | 150 | 28 | 82 | 22 | 85 |
| Incandescentes | 200 | 39 | 81 | 31 | 85 |
| Incandescentes | 300 | 78 | 74 | 62 | 79 |
| Incandescentes | 500 | 113 | 77 | 91 | 82 |
| HMM 160 W | 160 | 39 | 76 | 31 | 81 |
| HMM 250 W | 250 | 69 | 73 | 55 | 78 |
| HMM 500 W | 500 | 171 | 66 | 137 | 73 |
| HM 125 W | 137 | 78 | 43 | 63 | 54 |
| HM 250 W | 266 | 162 | 39 | 129 | 51 |
| HM 400 W | 425 | 277 | 35 | 221 | 48 |

(*) Incluye pérdidas de equipos auxiliares.

Ventajas:

- Vida útil mayor de 50 000 horas.
- Alta eficiencia en la producción de luz artificial (> 80%) y por tanto reducción de los costos de electricidad.
- Muy buena reproducción de color y temperaturas de color desde los 2 700 °K y hasta 7 000 °K para los de luz blanca.
- No emiten radiación infrarroja ni ultravioleta.
- Encendido instantáneo.
- Eliminación de efecto estroboscópico.
- Alto factor de potencia (> 0,95 ind).
- Fiabilidad de 95%.
- Mantenimiento mínimo.

- Resistentes a choques y vibraciones.
- Operan a baja tensión (no mayor de 48 V de corriente directa).

Cálculos del consumo al año de las lámparas fluorescentes.

Hay 114 habitaciones con 10 lámparas (6 en el dormitorio, 2 en el baño y 2 exteriores) de 11W cada una con 470 lm, que en total sería una potencia instalada de 12.54 kW.

- ✓ 2820lm para el cuarto,
- ✓ 940lm para el baño y
- ✓ 940lm para el exterior.
- Suponiendo que de las 10 luces se mantengan 4 encendidas durante todo el día se consumiría por habitación 1.06 kW.h/día, que entre todas serían 73.92 kW.h/día.
- $E_{\text{año}} = 73.92 \text{ kW.h/d} * 365d = 26980.8 \text{ kW.h/año}$

Cálculos del consumo al año de las lámparas LEDs.

- Teniendo en cuenta la luminosidad (600 lm) de estas podemos instalar:
 - ✓ 5 en el dormitorio (3000lm),
 - ✓ 2 en el baño (1200) y
 - ✓ 2 para el exterior (1200lm),
 - ✓ 9 en total (5400lm).
- Se instalarían 9 luces en total y manteniéndose 4 encendidas durante todo el día se consumiría por habitación
- $E_{\text{día}} = 7.5 \text{ W} * 4 * 24 \text{ h} = 0.72 \text{ kW.h/día}$ y entre todas ellas 50.4 kW.h/d.
- $E_{\text{año}} = 50.4 \text{ kW.h/d} * 365d = 18396 \text{ kW.h/año}$

Cálculos para la inversión en las lámparas LEDs y ahorro obtenido por esta tecnología:

- Para un costo de inversión de 37213 CUC.
 - $\text{Inversión} = 9 \text{ luces} * 114 \text{ hab} * 36.27 \text{ CUC} = 37213 \text{ CUC}$
- $\text{Ahorro} = 26980.8 \text{ kW.h/año} - 18396 \text{ kW.h/año} = 8584.8 \text{ kW.h/año}$
- $\text{Ahorro} = 8584.8 \text{ kW.h/año} * 0.262813 \text{ CUC/kW.h} = 2256.2 \text{ CUC}$

Teniendo en cuenta la suma de dinero para la compra de esta tecnología, el costo de las lámparas fluorescente (3021 CUC),

- $Costo_{fluorescente} = 114 \text{ hab} * 10 \text{ luces} * 2.65 \text{ CUC} = 3021 \text{ CUC}$

y contando con la durabilidad (25000 horas de las lámparas LEDs y 6000 horas de las lámparas fluorescentes) de las lámparas LEDs se puede llegar a la conclusión de que es posible realizar el cambio de tecnología puesto que con una inversión de lámparas LEDs y su durabilidad de 4.2 veces mayor tendrían que invertirse 12587.5 CUC en lámparas fluorescentes durante todo ese tiempo quiere decir que ya se estaría ahorrando:

- $Ahorro = 8584.8 \text{ kW.h/año} * 4.2 * 0.262813 \text{ CUC/kW.h} = 9476 \text{ CUC}$

El tiempo de recuperación sería de aproximadamente 3 años y con un nuevo índice de:

- $E = 893303 \text{ kW.h} - 8584.8 \text{ kW.h} = 884718.2 \text{ kW.h}$

- $Nuevo \text{ índice} = 884718.2 \text{ kW.h} \div 27255 \text{ HDO} = 32.4 \text{ kW.h/HDO}$

2.6.3 Climatización.

El ahorro de energía en edificaciones es un asunto muy tratado en la actualidad debido a los elevados gastos energéticos y al costo asociado a la operación de los sistemas de climax. Particularmente, en los hoteles turísticos en climas tropicales, es imprescindible garantizar las condiciones de confort de los usuarios a partir del empleo de sistemas de climatización, siendo éstos responsables de alrededor de 60% del consumo total de electricidad de los hoteles. (7) (13)

Los sistemas de climatización representan generalmente el principal apartado en cuanto al consumo energético de un hotel. La primera opción para un buen rendimiento térmico del hotel consiste en tomar las medidas necesarias para reducir las pérdidas de calor en invierno y las ganancias de calor en verano, para disminuir de este modo la demanda de energía necesaria para el acondicionamiento térmico del edificio. Estas transferencias de calor van a depender en primer lugar de las características constructivas del edificio.

Desde el punto de vista constructivo, las habitaciones del hotel están bien diseñadas, el techo es de placa con una terminación de rasillas lo que permite amortiguar las ganancias térmicas producidas por el sobrecalentamiento de la cubierta en verano, posee una puerta y dos ventanas de cristal con cortinas que ayudan a contrarrestar los rayos incidentes del sol y además hay sembrados árboles medianos situados en una posición estratégica con respecto al sol.

Con respecto a la climatización se puede decir que no hace falta realizar cambios, solamente hacerle entender al cliente la necesidad de desconectar los equipos de la habitación cuando ellos no se encuentren.

2.7 Conclusiones parciales.

1. Aplicando las medidas eficientes en las diferentes áreas se obtiene un ahorro de 67600 kW.h/año.
2. La remodelación del sistema de agua caliente con el empleo de calentadores solares termosifónicos representa una buena opción para el mejoramiento de la eficiencia energética de la instalación brindando ahorros que están por encima de los 73296 kW.h/año.
3. El empleo de lámparas de alta eficiencia tipo LEDs reporta un beneficio de ahorro de 8584.8 kW.h/año.
4. La evaluación económica de ambas variantes demuestra el nivel de competitividad de los resultados alcanzados ya que se obtienen beneficios significativos a partir de su aplicación con la consecuente disminución del indicador kW.h/HDO de un 43.05 hasta 32.4.

CONCLUSIONES GENERALES

1. El estudio realizado muestra que los índices de eficiencia energética del hotel Las Cuevas pueden ser mejorados si son aplicadas un conjunto de medidas entre las que se destaca la sustitución del sistema de agua caliente y alumbrado de la instalación hotelera. Los ahorros anuales alcanzados implican una disminución del indicador kW.h/HDO lo cual repercute de manera positiva en la elevación de los índices globales de rentabilidad de esta instalación.
2. Los ahorros que se obtienen son de 81880.8 kW.h/año que en dinero sería 21519.34 CUC.

RECOMENDACIONES

1. Continuar desarrollando en todos los trabajadores del centro y los huéspedes, el afán por el ahorro consciente y responsable como una de las premisas fundamentales para el desarrollo económico, político y social del país.
2. Invertir en un sistema de control para así darle seguimiento a cada consumo en las diferentes áreas.
3. Aplicar los planes a corto y mediano plazos propuestos por el autor para tratar de lograr una reducción en el índice de consumo de 43.05 hasta 32.4 kW.h.

BIBLIOGRAFIA

1. Acosta, R. (1992). "Consideraciones sobre el desarrollo sustentable" México: Ed. Friedrich Ebert: 11-17.
2. CEPAL. (2004). " Seminario CEPAL: Crisis Alimentaria y Energ "
3. Cabrera Gorrín, O. Msc. Ing. (2002) "Reflexiones sobre el consumo energético en el sector hotelero cubano", Volumen, 1-7 DOI: www.monografias.com.
4. Padrón Martos, Onelio L, DI (diseñador industrial) "Diseño de espacios interiores para el hotel Flamenco 2 en Cayo Coco, Ciego de Ávila." www.monografias.com.
5. Menéndez Castellanos, Manuel, Ing Industrial (2013) "Hoteles ecológicos", e-mail: canizares.ma@transnet.cu.
6. Martins, Álvaro. *Guía de oportunidades de inversión en el sector hotelero cubano*. Alvaro Martins. Comisión Europea: Editorial ENERGIE, 2000, 35 pp.
7. Lapeña, A. C. (2001). "'Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Establecimientos Hoteleros de la Comunidad Valenciana" "Agencia Valenciana de la Energía Retrieved 'Plan de Ahorro y Eficiencia Energética de la Comunidad Valenciana'.
8. González García, Juan Manuel. Sistema de gestión integrada de servicio energético. Gestión de hoteles. Sep.- octubre-1999. Pag 7-14.
9. S.A, E. E. C. (2007). Instalación de un Sistema de Control de Habitaciones con el Objetivo de Ahorrar Energía.: 1-4.
10. Triana Cordovi, Juan. La economía cubana 1999. www.cubasi.cu.
11. Betanzos, Miguel. [Proyecto](#) de ahorro de energía Hotel Fiesta [América](#) Mérida. ATPAE. Pág. 133-140.
12. Perdomo Silva, René. Msc y González Milanés, Evaristo. Dr. "Utilización de luminarias más eficientes en el Hotel Breezes, Varadero", e-mail: reneperdomo@yahoo.es y evaristo.gonzalez@umcc.cu respectivamente.
13. Alvarez Ruiz, Reinaldo. Msc. (2009) "Gestión total eficiente de la energía". pp 18.

14. Despaigne Wilson, H. y Torres Ten, Alonso (2002) "Proyectos de agua caliente sanitaria en instalaciones turísticas. Informe técnico CIES, CITMA". e-mail: husseyn@cies.ciges.inf.cu y alonso@att.ciges.inf.cu.
15. Borroto Nordelo, Aníbal. Dr. y Cabrera Gorrín, O. Msc. Ing. (2002) "Indicadores de eficiencia energética en hoteles turísticos en Cuba".
16. Renovable.cu. Publicación mensual CITMA MINEM No 5. (2012)
17. Renovable.cu. Publicación mensual CITMA MINEM No 11. (2010)
18. Periodico Escambray, Sancti Spíritus. (29 de octubre del 2013), "La magia de los calentadores solares".
19. Corporación CIMEX S.A, tienda Plaza de Carlos III (2007). "Cuba instala calentadores solares".
20. HAYES, BOB E. Cómo medir la satisfacción del cliente. Desarrollo y utilización de cuestionarios / Bob E. Hayes. - Barcelona : Ed. Ediciones Gestión 2000, S.A., - 191p
21. Consulta al jefe de mantenimiento del hotel "Las Cuevas", Ing. Leonel Polo Rangel. (2014)
22. Manual energético "Cadena Horizontes". Dirección de servicios técnicos. A partir de aquí.
23. García, R. Á. (2008). Cálculo de un Sistema de Agua Caliente Mediante el Uso de Colectores Solares. Santa Clara.
24. Rojas Mena, Geovanny. Ing. Vicepresidente del Grupo Refrigeración y Climatización, Ministerio de la Industria Sideromecánica (SIDE), (2011), e-mail: geovanny@gruporc.cu
25. Bériz Pérez, Luis. Dr. Presidente de CUBASOLAR "Ventajas y desventajas de los calentadores solares" (2011), e-mail: berriz@cubasolar.cu
26. Bériz Pérez, Luis. Dr. Presidente de CUBASOLAR "Calentadores solares en viviendas". (2012), e-mail: berriz@cubasolar.cu
27. COPEXTEL S.A, Sancti Spíritus, (2014)
28. Fernández, L. C. (2007). La Iluminación y el Uso Eficiente de la Energía. Maestría en Eficiencia Energética., UCLV Martha Abreu.
29. Jiménez., N. j. j. (2007). "Hoteles Domóticos." 1-2.

30. Consulta al jefe de mantenimiento del hotel "Trinidad del mar", Ing. Pablo Cuellar.
31. Robaina García, D A. Ing. Aplicación de la tecnología de gestión total eficiente de la energía en la EPB "Carlos J. Finlay".Memorias del 5 taller internacional de energía y medio ambiente. Cienfuegos, 23 al 25 de abril del 2008. ISBN 978-859-257-186-0.
32. Knappschnelder, U. (2008) "LEDs. El Futuro de la Iluminación. Alumbrado de Señalización. Volumen, 2 DOI: www.iluminacionled.com.ar
33. Norma IEC 61347-2-13:2006. Requisitos particulares para dispositivos de control electrónicos alimentados con corriente continua o corriente alterna para módulos LEDs.
34. Gironella Fernández, Jorge. Ing. **Centro de Investigaciones y Pruebas Electroenergéticas (CIPEL), Facultad de Ingeniería Eléctrica, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE).*" Estimación preliminar del impacto energético por la aplicación de luminarias con LEDs en la iluminación vial de La Habana "(2011), e-mail: evdi@electrica.cujae.edu.cu
35. Narboni, R. (2008) "LEDs. El Futuro de la Iluminación. Alumbrado Público con LEDs." Volumen, 4 DOI: www.iluminacionled.com.ar

ANEXOS

Anexo A

Tabla 2.1 Índice de consumo del año 2013.

| meses | HDO | kW.h | kW.h/HDO |
|------------|-------|---------|----------|
| enero | 3033 | 53513 | 17,6 |
| febrero | 3033 | 72766 | 24 |
| marzo | 3216 | 83753 | 26 |
| abril | 2948 | 106698 | 36,2 |
| mayo | 2019 | 82429 | 40,8 |
| junio | 1150 | 64453 | 56 |
| julio | 1955 | 101681 | 52 |
| agosto | 1834 | 112189 | 61,2 |
| septiembre | 961 | 76438 | 77,5 |
| octubre | 1615 | 89615 | 55,5 |
| noviembre | 2994 | 97721 | 32,6 |
| diciembre | 2497 | 92943 | 37,2 |
| año 2013 | 27255 | 1034199 | 43,05 |

Anexo B

Cálculos del ahorro anual de potencial e índice de consumo.

- Controlar eficientemente El uso de aires acondicionados y splits en habitaciones.
 - Se encuentran instalados 82 aires acondicionados de 1.23 kW y 32 splits de 3.72 kW.
 - Suponiendo que de las 114 habitaciones existentes, diariamente en el año se ocupen 70 (50 de aires acondicionados y 20 de splits) y estimándose un exceso de trabajo diario de 1 hora.
 $Ahorro = [61.5 \text{ kW (aires acondicionados)} + 74.4 \text{ kW (splits)}] * 1 \text{ h (exceso)} * 365 \text{ d (año)} = 49.6 \text{ MW.h}$
 -

- Operación eficiente del horno rápido.
 - La potencia eléctrica es de 19 kW.
 - Se supone un exceso de trabajo diario de 1 hora.
 $Ahorro = 19 \text{ kW (horno)} * 1 \text{ h (exceso)} * 365 \text{ d (año)} =$
 - 6935 kW.h

- Operar eficientemente la máquina de fregado.
 - Su potencia es igual a 4.5 kW.
 - Se estima una demasía de trabajo de 1 hora.
 $Ahorro = 4.5 \text{ kW (horno)} * 1 \text{ h (exceso)} * 365 \text{ d} = 1642.5 \text{ kW.h}$

- Controlar eficientemente las planchas y la freidora.
 - La potencia nominal de las planchas es de 8 kW y de la freidora 9 kW.
 - Se presume una abundancia de trabajo de 0.5 horas por ambas partes.
 $Ahorro = [8 \text{ kW (planchas)} + 9 \text{ kW (freidora)}] *$
 - $0.5 \text{ h (abundancia de trabajo)} * 365 \text{ d} = 3103 \text{ kW.h}$

- Controlar la iluminación de las habitaciones.
 - Están instaladas 1029 luces de 11 W.
 - Permanecen encendidas en todo el día el 25% (257 luces) durante 5 horas.
 $Ahorro = 257 \text{ (luces)} * 11 \text{ W} * 5 \text{ h (exceso)} * 365 \text{ d} = 5.16 \text{ MW.h}$

- Desconectar las cámaras de congelación y conservación.
 - La potencia instalada de las cámaras es 10.5kW.
 - Desconectando las cámaras durante 3 horas y suponemos que se ahorra el 10% por transferencia de calor (0.3%).
 $Ahorro = 10.5 \text{ kW (cámaras)} * 0.3 \text{ h (10 \% del trabajo)} *$
 - $365 \text{ d} = 1150 \text{ kW.h}$

- Índice de consumo general.
 - En el año 2013 se consumió 1034199 kW.h y se reportó 27255 HDO por lo que dicho índice fue de 43.05 kW.h/HDO.
 - Considerando el potencial de ahorro estimado, el índice de consumo disminuirá a:
 $1034199 \text{ kW.h (2013)} - 67600 \text{ kW.h} = 966599 \text{ kW.h}$

Nuevo índice real de consumo

$966599 \text{ kW.h} \div 27255 \text{ HDO (tomamos igual No de HDO)} = 35.4 \text{ kW.h/HDO}$

Anexo C

Tabla 2.3 Potenciales de ahorro anual diagnóstico del primer nivel.

| Potencial de ahorro | Unidad física (MW.h) | CUC |
|---|---------------------------------|----------------|
| Controlar eficientemente el uso de aires y split | 49,6 | 13035,5 |
| Operación eficiente del horno rápido | 6,94 | 1823,9 |
| Operación eficiente de la máquina de fregado | 1,64 | 431 |
| Controlar eficientemente las planchas y la freidora | 3,1 | 814,7 |
| Controlar la iluminación en las habitaciones | 5,16 | 1356,1 |
| Desconectar las cámaras de congelación y conservación | 1,15 | 302,2 |
| TOTAL | 67,6 | 17763,4 |

Anexo D

Tabla 2.5

Comparación de diferentes tipos de calentadores solares

| Variables | Calentador de tubos al vacío termosifónicos | Calentador de tubos al vacío de tubos calóricos |
|-------------------------------------|---|--|
| Temperatura de trabajo | Moderadas (entre 70y 80), aunque pueden trabajar a 90°C | |
| Eficiencia | 70%, a 50°C 60%, a 60°C 50%, a 70°C 40%, a 80°C | |
| Sobrepresión de trabajo | 0.2 atmósfera | 5 atmósfera |
| Gastos de inversión | 150-200 CUC/m2 | 300-400 CUC/m2 |
| Gastos de operación y mantenimiento | Muy pocos, casi nulos, si se cumplen las normas instalación y explotación | |
| Influencia a las incrustaciones | Poco sensible a las incrustaciones | |
| Resistencia a impactos | Por su forma tubular, son más resistentes a granizadas | |
| Resistencia al viento | Por su forma tubular, son poco sensibles a vientos altos. La sensibilidad es la del tanque termo | |
| Recomendaciones | Se recomiendan tanto para usa doméstico, como comercial e industrial. Si se necesitan altas presiones, ésta debe darse con una bomba conectada después del tanque termo | Se recomiendan para todos los usos. Son los mejores para instalaciones industriales o de grandes dimensiones |

| Variables | Calentador plano con absorbedor de plato | Calentador compacto con absorbedor acumulador |
|--|---|--|
| Temperatura de trabajo | Relativamente bajas (menos de 70°C) | Relativamente bajas (menos de 60°C) |
| Eficiencia | 50%, a 50°C 40%, a 60°C 30%, a 70°C | 50%, a 50°C 30%, a 60°C 15%, a 70°C |
| Sobrepresión de trabajo | 5 atmósfera | 5 atmósfera |
| Gastos de inversión | 150-200 CUC/m ² | 80-150 CUC/m ² |
| Gastos de operación y mantenimiento | Muy bajos, casi nulos, si se cumplen las normas instalación y explotación | |
| Influencia a las incrustaciones | Muy sensible a las incrustaciones | Poco sensible a las incrustaciones |
| Resistencia a impactos | Depende del vidrio de la cubierta | |
| Resistencia al viento | Son muy sensibles a vientos altos, tanto el colector como el tanque- termo | Si se instalan pegado al suelo, son pocos sensibles a vientos altos |
| Recomendaciones | No se recomiendan para las condiciones de Cuba, principalmente por el efecto de las incrustaciones, y poca durabilidad de su funcionamiento | Se recomiendan para uso doméstico (calentamiento de agua sanitarias) |