



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

REPORTE DE SERVICIO SOCIAL:

USO EFICIENTE DE ENERGÍA Y APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS
RENOVABLES EN PYMES DEL SECTOR TURISMO

Análisis de factibilidad sistema de aire acondicionado por absorción en un
hotel PYME con clima cálido-húmedo

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERA
MECÁNICA

P R E S E N T A

María de Lourdes González Correa

DIRECTOR DE TESINA

M.I. Rodolfo Alberto Herrera Toledo



En agradecimiento especial

A mis profesores , a la Facultad de Ingeniería y a la Universidad Nacional Autónoma de México, mi alma mater.

A Rodolfo A. Herrera Toledo, por dirigir éste trabajo y más que un gran profesor un amigo

A mi familia y amigos, que sin su apoyo no habría podido realizar éste trabajo

En memoria de

Cecilio González Fuentes
Rodrigo Correa González

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPIRITÚ"

USO EFICIENTE DE ENERGÍA Y APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN PYMES DEL SECTOR TURISMO.

Análisis de factibilidad sistema de aire acondicionado por
absorción en un hotel PYME con clima cálido-húmedo

CAPITULO I Proyecto CONACYT-118266: Uso eficiente de energía y aprovechamiento de energías renovables en PyMES del sector turismo.

1.1 PRESENTACIÓN

- 1.1.1 Objetivos generales y particulares
- 1.1.2 Estado actual del proyecto
- 1.1.3 Otras actividades realizadas en el servicio social

1.2 INTRODUCCIÓN

- 1.2.1 Estratificación de empresas. Definición PYME
- 1.2.2 Participación en el sector servicios de la industria hotelera
- 1.2.3 Sistemas que conforman un hotel y factores que afectan al aire acondicionado.

1.3 JUSTIFICACIÓN

- 1.3.1 Planteamiento del problema
- 1.3.2 Objetivo general
- 1.3.3 Objetivos particulares

CAPITULO II Hotel Costa y sol, Boca del Río Veracruz. Acondicionamiento de aire convención y por absorción.

2.1 CONTEXTO DE HOTELES PYME EN EL CLIMA CÁLIDO-HÚMEDO

- 2.1.1 Clasificación de climas
- 2.1.2 Clasificación del clima en México. Boca de Río Veracruz
- 2.1.3 Condiciones de confort
- 2.1.4 La sensación de comodidad
- 2.1.5 Clasificación del aire acondicionado

2.2 REQUERIMIENTOS TÉRMICOS DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO ACTUAL EN UN HOTEL PYME DE CLIMA CÁLIDO

- 2.2.1 Diagnostico energético. Datos generales del hotel y Aire acondicionado
- 2.2.2 Ocupación
- 2.2.3 Tarifa HM
- 2.2.4 Consumos energéticos
- 2.2.5 Cargas térmica internas
 - 2.2.5.1 Iluminación
 - 2.2.5.2 Equipo

2.3 AIRE ACONDICIONADO POR ABSORCIÓN

- 2.3.1 Mecanismo de absorción
- 2.3.2 Principio de operación
- 2.3.3 Sistemas de refrigeración
- 2.3.4 Clasificación de los sistemas de refrigeración
- 2.3.5 Comparación entre enfriadores solares y de compensación mecánica
- 2.3.6 Casos prácticos: *Proyectos aplicados al acondicionamiento del aire*

CAPITULO III El diagnostico de aire acondicionado y comparativo del sistema convencional con uno mediante absorción

3.1 ENCUESTA DIAGNOSTICO PARA AIRE ACONDICIONADO

- 3.1.1 Generalidades del aire acondicionado instalado
- 3.1.2 Unidades enfriadoras
- 3.1.3 Distribución de agua helada
- 3.1.4 Unidades instaladas en habitaciones
- 3.1.5 Unidades de expansión directa

3.2 COMPARATIVO EN GASTO DE ELECTRICIDAD

3.3 LECCIONES APRENDIDAS

3.4 CONCLUSIONES

ANEXOS

ANEXO I

Encuesta realizada al hotel costa y sol

ANEXO II

Memoria de facturación, tarifa HM del hotel costa y sol

ANEXO III

Reporte ejecutivo. Diagnóstico energético. Hotel costa y Sol

1.1 PRESENTACIÓN

El Servicio Social que realicé durante el periodo del 21 de junio de 2010 al 21 de febrero de 2011, lo realicé en base a mi participación en el **Proyecto CONACYT-118266: Uso eficiente de energía y aprovechamiento de energías renovables en PyMES del sector turismo.**

“El proyecto plantea evaluar el potencial del ahorro de energía y la conveniencia de utilizar fuentes alternas de energía en la pequeña y mediana empresa hotelera del país. Como resultado de esta etapa se obtendrán índices de comportamiento energético conforme a la región climatológica donde se encuentren, conforme a la categoría del inmueble y de los servicios que ofrecen. Con el potencial evaluado por medio de realizar auditorías energéticas en muestras regionales, determinadas en forma estadística conforme al inventario que se obtenga de los hoteles registrados, se determina una estrategia para aplicar medidas en los hoteles, sistematizando el análisis de eficiencia energética y proporcionando ayudas computacionales para determinarlo y realizar análisis de conveniencia de utilizar fuentes alternas accesibles al lugar donde se encuentren ubicados. Inicialmente se plantea el uso de energía solar y eólica, pero dejando la flexibilidad para el análisis de otras fuentes.

Posteriormente esta información, en conjunto con de bases de datos de equipos eficientes y tecnologías con fuentes alternas y directorio de empresas y desarrolladores, se integran en un sistema web inteligente basado en una arquitectura multi-agente vía Web, para apoyar la toma de decisiones respecto al uso eficiente de la energía y para recomendar el uso de energías renovables en el sector turismo, específicamente en el sector hotelero del país.

Dicha página será probada directamente con usuario a los que se les brindará capacitación en: i) Eficiencia energética de sus sistemas consumidores; ii) Uso de fuentes alternas y análisis de conveniencia de su uso y iii) Utilización e interpretación de la página web generada.

El contenido innovador será que se cuente con una plataforma web que permita una interacción con las PYMES con el objetivo de promover las buenas prácticas de ahorro de energía y el uso de las renovables. A su vez se tendrá una guía en base a sus necesidades.”¹

1.1.1 Objetivos generales y particulares

Realizar actividades relacionadas con la investigación sobre aspectos fundamentales para el desarrollo del proyecto en las áreas de: caracterización y clasificación de zonas climatológicas con datos oficiales del Sistema Meteorológico Nacional, realización de bases de datos de equipos eficientes necesarios en un hotel y programas de ahorro energético mundiales, sistemas de

fuentes de energía alternas como base para el funcionamiento de equipos de aire acondicionado y refrigeración.

1.1.2 Estado actual del proyecto

A casi un año de trabajo en equipo multidisciplinario, se ha capacitado a los participantes del proyecto en software útil para el mejor desarrollo del programa, tales como bases de datos, equations solvers, además de fundamentos en diagnósticos energéticos.

Se han desarrollado herramientas tipo formularios en Excel, fáciles de usar con el fin de presentar encuestas fáciles de entender y llenar a los empresarios del sector turismo y formatos que facilitan el cálculo y presentación de datos de cargas eléctricas e iluminación adaptable a las diferentes tarifas usuales en hoteles.

El trabajo de investigación se ha desarrollado tanto en campo como en escritorio, a través de las encuestas realizadas en cuatro hoteles de la República Mexicana, se ha mejorado la encuesta para poder obtener mejores y veraces resultados, de forma teórica se ha investigado sobre distintos programas de ahorro energético nacionales e internacionales.

Entre los cálculos realizados se desarrolló un sistema de bombeo en hoteles con el cual se podrían estimar los gastos de agua que pueden tener los hoteles y un formato de levantamiento para sistemas de distribución de vapor.

Se realizó un taller en la ciudad de Oaxaca, capacitando a personas del sector hotelero en ahorro energético, generación de energía, diferencias de tarifas en la Comisión Federal de Electricidad e impacto ambiental.

Se ha trabajado, de igual manera, en bases de datos relacionadas con caracterización climática y proveedores que cumplen con estrictos controles ambientales en diferentes ramos: elementos de construcción, equipos de generación de calor, equipo electrónico, etc.

1.1.3 Otras actividades desarrolladas en el servicio social

Cálculo de poder calorífico de distintos combustibles

Programación del cálculo de PCS (Poder Calorífico Superior), del gas natural, gas LP, Diesel y combustóleo, utilizando el software ESS, tomando como variables la composición química de los elementos de cada uno de los combustibles. Para dicho cálculo se considera una combustión completa.

Programa en Energy Star

Informe del proyecto Energy Star y la participación de éste proyecto con algunos hoteles en Estados Unidos, con información anteriormente recabada y enriquecimiento del mismo, describiendo características del sello Energy Star, requisitos para participar y ventajas al obtener el sello.

Sello Fide

Descripción del sello Fide, beneficios al ser una empresa galardonada con dicha distinción, requisitos para obtener el sello Fide y categoría de productos que actualmente se distinguen por contar con el Sello Fide. Financiamiento FIDE para establecimientos comercios y servicios: mención de los rubros comerciales que pueden solicitar un apoyo económico y los requisitos que se deben de cumplir. Casos de hoteles que se han beneficiado con el financiamiento FIDE para establecimientos que se destacan por su eficiencia energética. Programas nacionales para el ahorro de energía: enlistado de los programas actuales relacionados al ahorro energético que se pueden relacionar con la industria hotelera.

Base de datos para la caracterización de climas por estado y municipio

Elaboración en colaboración de la base de datos, en Excel, donde se caracteriza el clima de los estados de la República Mexicana por estado y municipio. En la base de datos se especifica:

- Estado
- Municipio
- Estación meteorológica
- Ubicación de la estación: longitud y latitud
- Temperaturas: Máxima, mínima y promedio anual
- Precipitación pluvial anual

Selección de parámetros a encuestar relacionados con el aire acondicionado

Análisis de los diferentes sistemas de aire acondicionado, usualmente empleados en el sector hotelero, para definir los parámetros que indicarían tanto el estado actual del aire acondicionado, como la oportunidad de ahorro energético o la implementación de sistemas renovables.

Aire acondicionado por absorción

Investigación relacionada a la refrigeración por absorción solar para aplicaciones de aire acondicionado: principio de funcionamiento, capacidad de enfriamiento, equipos actuales y su disponibilidad en México.

Captura y Esquematización de información de levantamientos

Análisis de información recabada en los levantamientos y diagnósticos energéticos para su evaluación y síntesis, de acuerdo a esta información analizar la viabilidad de las preguntas redactadas en la encuesta aplicada a los hoteleros y en dado caso modificar dicha redacción con la finalidad de obtener una herramienta Web, fácil de utilizar y, sobre todo, que arroje valores útiles

para un diagnóstico energético y presentar, como resultado, las aéreas de oportunidad donde podría beneficiarse el recinto comercial.

1.2 INTRODUCCIÓN

En México, las pequeñas y medianas empresas constituyen el segmento más importante para conseguir el desarrollo del país; representan el 99.8% del total de las empresas; crean 7 de cada 10 empleos y general más de la mitas de la riqueza. ²

1.2.1 Estratificación de empresas. Definición PYME

Basándose en el acuerdo por el que se establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresa, con fundamento en los artículos 34 fracciones I, XXIV y XXXI, La Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5 fracción XVI, del reglamento Interior de la Secretaría de Economía, 2 y 3 fracción III, de la Ley para el desarrollo de la Competitividad, Pequeña y Mediana Empresa, se establece la estratificación bajo la cual se catalogan las micro, pequeñas y medianas empresas, de acuerdo a la siguiente tabla 1.

Destacando el hecho de que para el sector servicios el número máximo de trabajadores es de hasta 250 empleados, mientras que el rango de monto de ventas anuales en millones de pesos se establece de 100 a 250 mdp.

1.2.2 Participación en el sector servicios de la industria hotelera

De acuerdo con la secretaría de economía (SE), las MiPyME'S general el 52 por ciento de del Producto Interno Bruto y contribuyen con el 72 por ciento de los empleos formales,

Estratificación				
Tamaño	Sector	Rango de número de trabajadores	Rango de monto de ventas anuales (mdp)	Tope máximo combinado*
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta \$4	4.6
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde \$4.01 hasta \$100	93
	Industria y Servicios	Desde 11 hasta 50	Desde \$4.01 hasta \$100	95
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde \$100.01 hasta \$250	235
	Servicios	Desde 51 hasta 100		
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde \$100.01 hasta \$250	250

*Tope Máximo Combinado = (Trabajadores) X 10% + (Ventas Anuales) X 90%.

demonstrando así que las MiPyME'S son un pilar fundamental de la economía mexicana. ³

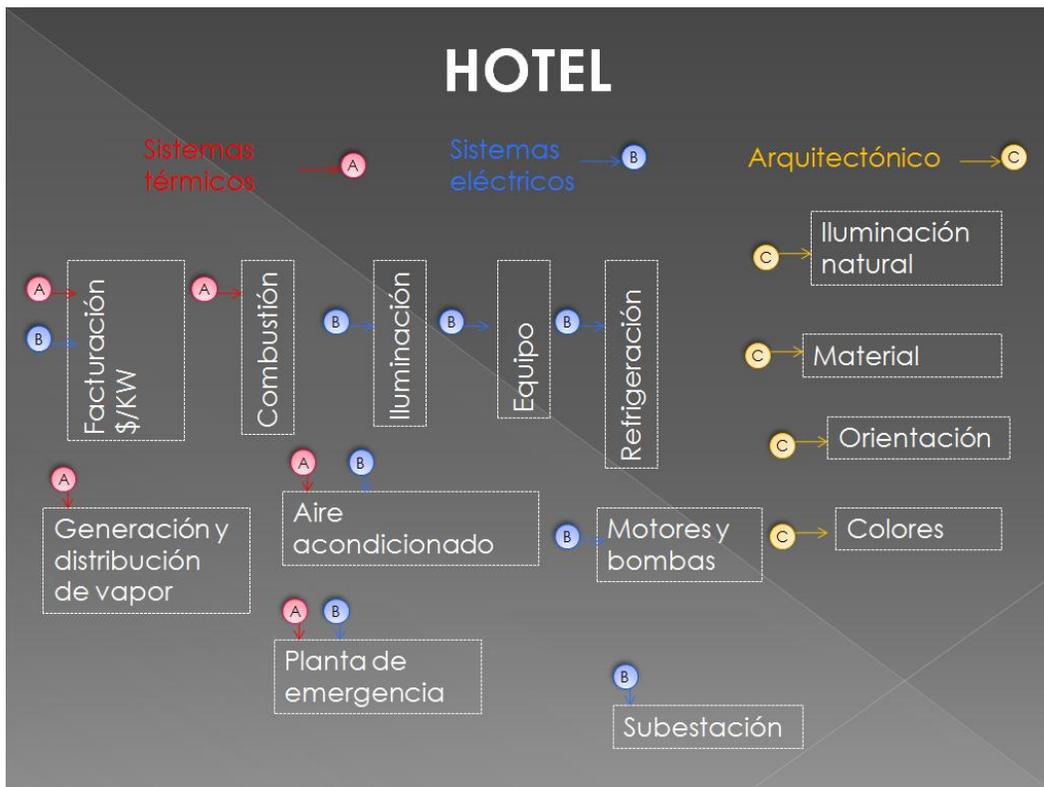
Tabla 1. Estratificación de empresas.

Fuente: Medición y registro de la energía en la Pequeñas y Medianas Empresas. CONUEE, SENER.

El producto interno bruto del país se conforma por tres sectores: Actividades primarias, secundarias y terciarias, el sector de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas se encuentra acogido por las actividades terciarias.

Al año 2010, se encuentra estructurada de la siguiente forma: 4.5% Actividades primarias, 33.8% Actividades Secundarias y 63.4% Actividades Terciarias, dentro de las actividades terciarias se encuentra el sector de los servicio de alojamiento temporal y de preparación de alimentos que está representado con el 2.1%, dentro del cual está clasificado el sector hotelero.⁴

1.2.3 Sistemas que conforman un hotel.





1.3 JUSTIFICACIÓN

El factor económico-tecnológico es indispensable para el éxito y supervivencia de las pequeñas y medianas empresas, en consecuencia la implementación de nuevas y eficientes tecnologías impactará de forma benéfica a la economía de las MiPyME'S y con ello la economía del país.

Actualmente, el suministro de energía depende mayoritariamente de fuentes de carácter limitado, y que, en su generación, transporte y consumo, afectan negativamente al medio ambiente. El continuo uso de energías no renovables ha impactado de forma drástica el medio ambiente, provocando fenómenos ambientales como el efecto invernadero y el cambio climático.

El resultado del proyecto CONACYT-118266, derivará en el ahorro energético y uso eficiente de la energía en un sector muy amplio de la economía mexicana, esperando así contribuir en gran medida a disminuir el consumo energético nacional.

Las actividades de investigación, cálculos y realización de bases de datos, que realicé durante el periodo de servicio social, permitirán la creación de la herramienta Web -objetivo del proyecto- para el diagnóstico energético de hoteles PyMES y posterior identificación de áreas de oportunidad para el ahorro de energía e implementación de energías renovables.

1.3.1 Planteamiento del problema

Los hoteles PyMES ubicados en zonas cálidas destina gran parte de su presupuesto en la facturación eléctrica, este gasto es, en parte, debido al mal o ineficiente uso de equipos eléctricos, entre ellos, uno de los más importantes y de mayor consumo energético es el aire acondicionado. Si se logra reducir o eliminar la carga eléctrica utilizada por los compresores del aire acondicionado, se estaría reduciendo la facturación eléctrica y con esto la economía del hotel PyME. Permitiendo así, mayor inversión en cualquier otro sector.

De acuerdo con los diagnósticos energéticos realizados para las zonas cálidas, el hotel “Costa y Sol” en Veracruz, el 45% del consumo energético se debe a los sistemas actuales de aire acondicionado, Fig.1.1. Para poder reducir la facturación eléctrica es indispensable reducir la cantidad de energía consumida destinada para el aire acondicionado.

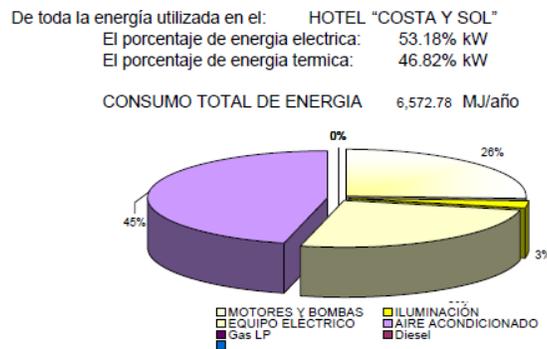


Fig.1 Distribución del consumo total de energía, hotel “Costa y Sol”

Fuente: Auditoría energética. Hotel “Costa y Sol”. Reporte ejecutivo. Agosto 10. Diagnóstico energético.

El sistema de aire acondicionado del hotel “Costa y Sol” en Veracruz funciona mediante expansión directa con equipos por cada habitación, teniendo en cada una de ellas equipos de tipo Minisplit, con regulaciones y controles de las instalaciones, dándoles mantenimiento a éstas con promedio de cada 4 meses.

1.3.2 Objetivo general

Determinar de forma general si es factible la implementación de un sistema de aire acondicionado por absorción en el hotel “Costa y Sol” ubicado en Boca del Río, Veracruz reemplazando así el sistema actualmente instalado.

1.3.3 Objetivos particulares

El objetivo general se logrará si se cumplen los siguientes objetivos particulares

- Determinar de las características del hotel “Costa y Sol” mediante la encuesta realizada.

- Determinar parámetros e indicadores que se anexarán a las herramientas Web - cuestionarios y/o encuestas- de asesoría y consulta que permitirán la auto evaluación de consumos y detección de áreas de oportunidad del sector hotelero (PyME).
- Verificación de la disminución de la demanda eléctrica al ser implementado el sistema de aire acondicionado por absorción, mediante la comparación del costo por tonelada de refrigeración.
- Hipótesis de implementación de equipo comercial de aire acondicionado por absorción para las características específicas del hotel, especificando capacidades.
- Verificación de la disminución de la demanda eléctrica al ser implemente el sistema de aire acondicionado por absorción.

Referencias

[1] Abstract del proyecto: USO EFICIENTE DE ENERGÍA Y APROVECHAMIENTO DE FUENTES RENOVABLES EN LAS PYMES DEL SECTOR TURISMO. www.conacyt.com.mx. Mayo 2011.

[2] Secretaría de Economía. “Pymes-Información”. <http://www.economia.gob.mx/swb/swb/>. Noviembre de 2010

[3] Secretaría de energía –SE-, información de Censos Económicos 2004, INEGI.

[4] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Producto Interno Bruto Nominal Del Cuarto Trimestre 2010

[5] Auditoría energética. Hotel “Costa y Sol”. Reporte ejecutivo. Agosto 10. Diagnóstico energético.

2.1 CONTEXTO DE HOTELES PYME EN EL CLIMA CÁLIDO-HÚMEDO

2.1.1 Clasificación de climas

Existen diferentes clasificaciones de climas, las cuales toman diferentes factores en consideración para definir un tipo de clima u otro. Los aspectos a considerar para realizar dicha clasificación se basan en las condiciones fisicoquímicas predominantes de la zona, como: temperatura, precipitación y humedad. Una de las categorizaciones mayor empleadas es la clasificación tradicional de los climas de Wladimir Peter Köppen, basada, únicamente, en aspectos meteorológicos, la clasificación de climas de Köppen describe grandes regiones climáticas, diferenciándolas entre zonas cálidas, templadas y frías.

Otros factores como masas de aire, latitud, altitud sobre el nivel del mar y la geografía, que no fueron considerados en la primera clasificación climática de Köppen, factores que también influyen de manera significativa en el clima.

En el ámbito del estudio y clasificación de clima es común el término de temperatura media, la cual puede ser diaria, mensual o anual. La temperatura media diaria se obtiene con el promedio de las temperaturas registradas en cada hora del día, la temperatura media mensual es el promedio de las temperaturas medias diarias de un mes en particular; la temperatura anual se obtiene con el promedio de las temperaturas medias diarias de un año entero.

En la troposfera hay una disminución no uniforme de la temperatura con la altitud. La temperatura del aire desciende aproximadamente un grado por cada cien metros de cambio de altitud. A nivel mundial existe un gradiente térmico latitudinal, caracterizado por una disminución de la temperatura desde el Ecuador hacia los polos.

Para caracterizar la humedad de un sitio en particular, existe en climatología un término llamado índice de Lang (P/T); este término relaciona la precipitación total anual del sitio con su temperatura media anual, definido como

$$\frac{P}{T} = \frac{\text{Precipitación total anual (mm)}}{\text{temperatura media anual (}^{\circ}\text{C)}}$$

Entre más pequeño sea el índice de Lang, el clima será más seco.

La clasificación empírica del climatólogo y botánico alemán Wladimir Köppen, presentada por primera vez en 1918, define cinco grupos principales de climas, a los que identificó en un amplio esquema con letras mayúsculas, que sirven como un sistema de ordenación geográfica, empezando por el ecuador y terminando en los polos. Su punto de partida consiste en que la

vegetación natural constituye un indicador de climas. El sistema de clasificación de Köppen emplea formulaciones empíricas y valores derivados de de las variaciones de ciertos elementos climáticos para delimitar y describir grupos climáticos y subdivisiones correspondientes. Con estos criterios quedan definidos los seis grandes:

A	Climas tropicales lluviosos	Todos los meses la temperatura media es superior a los 18°C. No existe estación invernal y las lluvias son abundantes.
B	Climas secos	La evaporación es superior a la precipitación.
C	Climas templados lluviosos	El mes más frío tiene una temperatura media comprendida entre 18°C y -3°C, y la media del mes más cálido supera los 10°C
D	Climas de invierno frío	La temperatura media del mes más frío es inferior a -3°C y la del mes más cálido está por encima de 10°C
E	Climas polares (boreal)	No tiene estación cálida y el promedio mensual de las temperaturas es siempre inferior a 10°C

Tabla 2. Clasificación de climas: Köppen

Fuente: Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, García Enriqueteta

Teniendo en cuenta la distribución estacional de las precipitaciones, se hace una división de los grupos anteriores en subgrupos más específicos por medio de las letras minúsculas f,s,w y m, que indica si en la región climática existe una estación seca en el verano (s), en el invierno(w) o no existe estación seca (f), o si el clima es tipo monzónico (m).

Para describir mejor el régimen térmico, se usa una tercera letra a, b, c, d, h ó k, que indican cuán cálido es el verano o cuán frío es el invierno.

Es posible aún hacer otra subdivisión de los climas tipo B y tipo E. En los climas tipo B el principal factor que controla la vegetación no es la temperatura, sino la sequedad. Aquí la aridez no solamente se relaciona con las precipitaciones, sino también con las pérdidas de agua del suelo por evaporación. Dado que la evaporación no es una variable meteorológica convencional, Köppen expresó la aridez en términos del índice de Lang. Estos climas se dividen en climas áridos (AW) y climas semiáridos (BS), y se utiliza una tercera letra para indicar si es un clima cálido (h) o frío (K). Los climas tipo E abarcan las regiones más frías de la tierra, y se subdividen en climas de tundra (ET) y climas de nieve y/o hielo (EF).

La separación entre los climas tropicales y los templados se establece en la isoterma de los 18°C para el mes más frío; por otro lado, se considera la isoterma de 10°C para el mes más cálido, que coincide aproximadamente con el límite de la tundra y el bosque de coníferas, como valor

de clima no son debidos solamente a la latitud, sino también a las grandes variaciones de la altitud que crean condiciones muy especiales en los cambios y distribución de los elementos climáticos.

Boca del Río, Veracruz de Ignacio de la Llave se encuentra éntrelos paralelos 19°03' y 10°11' de latitud norte; los meridianos 96°06° y 96°10' de longitud oeste; altitud 0 y 10m. Colinda al norte con el municipio de Veracruz y el Golfo de México; al este con el de Medellín; al oeste con los municipios de Medellín y Veracruz.

El rango de temperatura oscila entre los 24 y 26°C. El rango de precipitación está entre los 1500 y 2000 mm. El clima en el estado está catalogado como cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (100%).

2.1.3 Condiciones de confort

De acuerdo con la ASHRAE (The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) el confort térmico es la condición de la mente que expresa satisfacción con la temperatura ambiente. La eficiencia de las actividades que las personas desarrollan dentro de una locación depende del confort con que se encuentren y por tanto de las condiciones térmicas del lugar.²

La exposición de una persona a un ambiente no confortable térmicamente puede llegar a producir cansancio, fatiga física y mental y riesgo de contraer diferentes enfermedades, además, puede afectar el rendimiento de trabajadores y aumento de los errores, por lo cual, el número de accidentes en el trabajo suele ser más frecuente

La comodidad de las personas bajo el punto de vista del aire acondicionado, depende de cuatro factores primordiales, [Hernández Goribar *et al.* 1973] que son:

- Temperatura del aire
- Humedad del aire
- Movimiento del aire
- Pureza del aire

El cuerpo humano genera por sí mismo una cantidad calor debida entre otros factores por el metabolismo, evaporación como control de temperatura. La proporción de calor de persona a persona es relativa a masa corporal, actividad, ropa, temperatura y condiciones del lugar en que se encuentre etc.

El primer intento para lograr la comodidad humana fue mediante el control de la temperatura, uno de los métodos del cuerpo humano para el control interno de temperatura es la evaporación a través de la piel que en gran medida se debe a la baja humedad relativa del aire, mientras que a condiciones de gran humedad en el aire la difieren, por tal motivo se encontró el control de temperatura no era suficiente para alcanzar un confort humano.

Es común pensar que para evitar la sensación de calor en el cuerpo humano es eficiente el movimiento del aire, esto se debe a que el flujo de cierta masa de aire incrementa la pérdida de calor y humedad y modifica la sensación de frío o calor. El movimiento del aire parecería una buena forma para el confort. El reto que implica el control del ambiente por medio del movimiento del aire es la restricción a muy altas o muy bajas temperaturas donde la sensación del movimiento del aire sobre la piel no es suficiente, y sobre todo, el control de la pureza del aire: concentración de O_2 y CO_2 , nulificación de olores y eliminación de partículas sólidas, cuestiones importantes para el mantenimiento y gastos de las instalaciones así como para la salud³.

2.1.4 La sensación de comodidad

Para establecer “estándares” de temperatura, humedad, movimiento y pureza del aire, es indispensable encontrar los valores óptimos para que el cuerpo humano tenga la sensación de comodidad. [Hernández Goribar *et al.* 1973]

Debido a las grandes diferencias fisiológicas y psicológicas de los individuos, encontrar valores determinados es prácticamente imposible.

Un intento por encontrar la sensación de comodidad en el mayor número de personas es la carta de “*Temperatura efectiva*”, dicha carta relaciona los factores de: temperatura, humedad y movimiento del aire, aspectos fundamentales en la pérdida de calor del cuerpo humano para alcanzar una sensación parecida en un grupo amplio de personas.

De la carta de comodidad se concluye que la temperatura determinada con cierta humedad y movimiento de aire produce la misma sensación de calor o frío que otra temperatura, con otra humedad y otro movimiento de aire.

La ASHRAE ha realizado innumerables pruebas en muchos individuos y llegó a la conclusión de que la carta de la “temperatura efectiva” es la más recomendable. La carta muestra aproximadamente, en porcentaje, la cantidad de personas que se sienten cómodas en cada combinación; según los experimentos de la ASHRAE, siempre habrá personas incómodas. Sin embargo, las normas de comodidad son para la mayoría.

Temperatura efectiva

La temperatura efectiva es un indicativo experimental, de la comodidad, pues, se basa en la combinación de factores que afectan la sensación de temperatura o confort del cuerpo humano expuesto a diferentes combinaciones de factores que intervienen en la temperatura efectiva.

Los factores que pueden intervenir en la temperatura efectiva son:

a) *Aclimatación diferente*

La temperatura efectiva cómoda depende, entre otras cosas, de la temperatura exterior, que obviamente cambia de un día a otro y de una estación a otra; sin embargo, el efecto de la temperatura efectiva deseable es pequeño.

b) *Duración de la ocupación*

Una importante variación de la temperatura efectiva es la duración de las personas dentro del volumen controlado. La experiencia ha demostrado que mientras más poco tiempo se ocupe un volumen controlado debe haber un mayor cambio de temperatura; el cambio es con respecto a la temperatura exterior.

c) *Ropa*

En muchos casos la ropa es factor determinante para la temperatura efectiva; existen lugares en que debido al tipo de ropa usada, la temperatura efectiva tendrá que ser mayor o menor independientemente de otros factores.

d) *Edad y sexo*

Las personas mayores de 40 años requieren, por lo general, más temperatura efectiva. Las mujeres requieren, por lo general más temperatura efectiva que los hombres; sin embargo, las temperaturas de la carta de comodidad están consideradas para los hombres.

e) *Efectos de choque*

Este efecto se debe a la entrada rápida del exterior a un lugar controlado. Para evitar el choque, en los pasillos o corredores se mantiene una *temperatura efectiva media* entre la exterior y la interior; sin embargo, se ha demostrado que el choque no perjudica la salud de los que viven la salud de los que viven en lugares donde el aire acondicionado es indispensable y están acostumbrados a este tipo de cambios bruscos de temperatura.

f) *Actividad*

La actividad es un importante factor para determinar la temperatura efectiva, y por lo general las recomendaciones para elegir una temperatura efectiva varían de acuerdo con la actividad. En la Fig.1.3 se muestran los límites de confort según la actividad física realizada.

g) *Calor radiado*

Cuando hay una muchedumbre, en un teatro o en un cine por ejemplo, el efecto radiado por el cuerpo de una persona a otra requiere que se disminuya la temperatura efectiva. El calor radiado de una persona a muros o ventanas frías, requiere compensación, aumentando la temperatura efectiva.

Actividad	Tasa de producción de calor	
	W	W/m ²
Dormir	60	35
Descansar acostado	80	45
Sentado. Trabajo normal de oficina	100	55
Escribir en la computadora	150	85
Caminata (3 km/h)	200	110
Caminata rápida (6 km/h)	250	140
Trabajo pesado	más de 300	más de 170

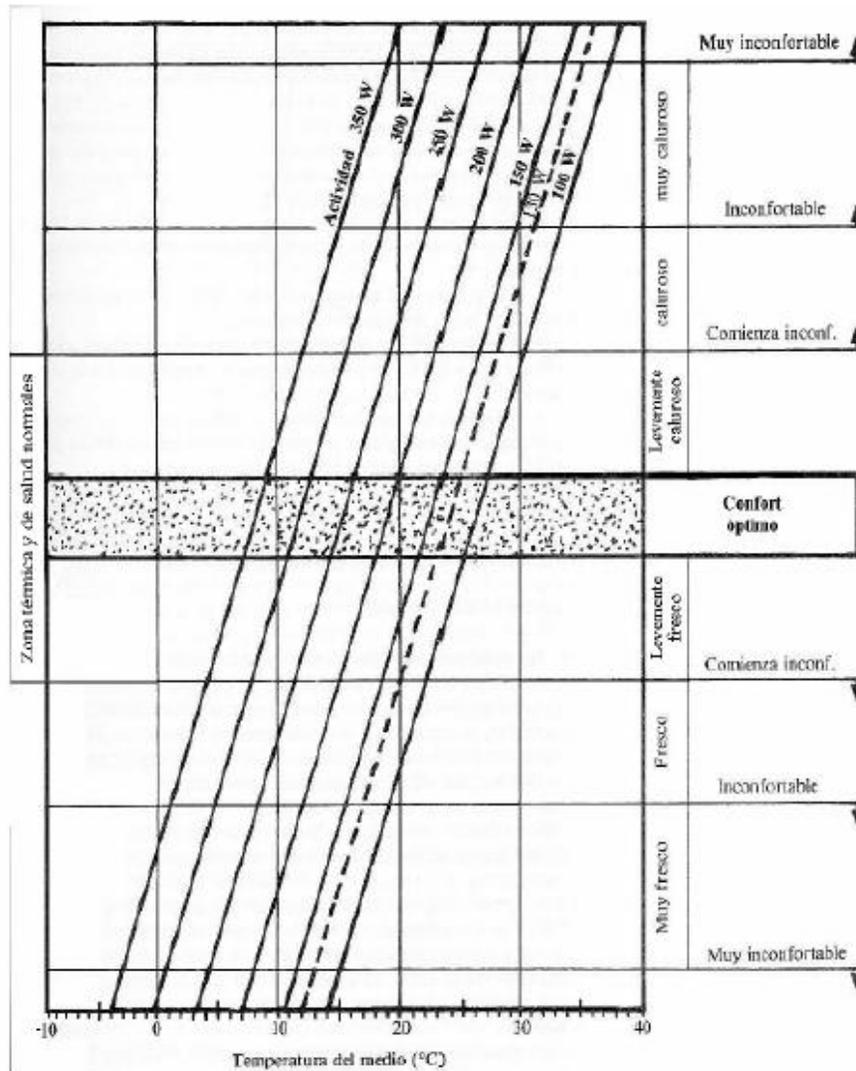


Fig. 3. Representación del área de confort humano en función de la temperatura y la actividad realizada.
Fuente: Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración, Hernández Goribar.

Carga de refrigeración tratándose de aire acondicionado para comodidad

En un espacio a acondicionar, la cantidad de calor que debe removerse con el equipo de refrigeración, se le llama *carga de refrigeración*, y se debe principalmente a las siguientes ganancias de calor: [Hernández Goribar et al. 1973]

- Transmisión a través de barreras como: paredes, ventanas, puertas, techos, particiones y pisos, y que es ocasionada por la diferencia de temperaturas entre los dos lados de la barrera.
- Efecto solar:
 - Calor transmitido por radiación a través de cristales y absorbido en el interior del espacio.

- El calor absorbido por las paredes o techos expuestos a los rayos solares y posteriormente transferidos al interior.
- Aire de infiltración
- Ocupantes
- Máquinas, alumbrado o cualquier otro equipo que genere calor.
- Aire de ventilación

2.1.5 Clasificación del aire acondicionado

De acuerdo al tipo de instalación, los sistemas de aire acondicionado se pueden clasificar en sistemas de **expansión directa** o **sistemas de tipo centralizado** (agua helada), los primeros de basan en la utilización de equipos compactos compuestos de una unidad en la que se encuentran todos los elementos para su funcionamiento, mientras que los sistemas de equipos centrales constan de una instalación en la cual está reunido en un lugar del edificio y una red de distribución de agua helada [Quadri, Nestor et al. 2002].

Los sistemas de expansión directa se componen de un equipo motocompresor, condensador, serpentín enfriador, ventilador y sistema de calefacción, estos sistemas suelen ocuparse en salas pequeñas, y son favorables para acondicionar construcciones grandes donde se desea la independencia de zonas pequeñas como oficinas u habitaciones de hoteles, la rotura de un equipo no afecta a la instalación completa, como desventaja, dado que cada equipo cuenta con un sistema frigorífico independiente es más costoso el mantenimiento y puede generar altos niveles de ruido.

- *Equipos ventana o de muro:* Son equipos formados por un conjunto autocontenido, destinados a ser montados en ventanas, paredes o como consola son destinados a acondicionar un local de 2 a 2.5 toneladas de refrigeración. La temperatura es seleccionada y mantenida en el local mediante un termostato de control automático. Constan de dos partes: una unidad condensadora y una unidad evaporadora, la expansión del refrigerante se cumple directamente sobre el aire del local, produciendo consecuentemente su enfriamiento.

- *Acondicionadores enfriado por aire exterior:* también conocidos como Roof-Top por que se instalan en específicamente en el exterior con conductos de distribución, también se loes conoce como multi-zonas, dado que permiten la distribución de aire con conductos a distintos locales.

- *Autocontenidos enfriado por aire:* Estas unidades han sido diseñadas para edificios en torre u otras aplicaciones similares en donde no es posible obtener espacio exterior para ubicar el condensador de aire separado o torre de enfriamiento. El condensador está incorporado a la unidad, requiriendo conductos de entrada y salida de aire. La distribución del aire puede hacerse por medio de conductos o mediante un pleno de distribución.

- *Sistemas separados:* en estos sistemas se efectúa la separación de parte del circuito del equipo de refrigeración. Se establecen dos unidades: una se instala en el interior y otra en el exterior, siendo enfriada por aire.

Los sistemas de equipos centrales constan de una instalación en la cual está reunido en un lugar del edificio, el conjunto de elementos y equipos que constituyen la planta térmica: planta de refrigeración y planta de calefacción.

- *Sistemas todo aire:* Son sistemas que utilizan conductos para la distribución de aire trata en una planta central, la distribución del aire se efectúa por conductos que son generalmente de chapa galvanizada, con rejillas de alimentación o difusores de aire y rejillas de retorno en los distintos ambientes del edificio, instalaciones ejecutadas en obra.

- *Sistemas todo agua:* constan de equipos enfriadores de agua o calderas centralizadas en el edificio, desde donde se la distribuye fría o caliente. La unidad de compone de una sección ventiladora y una serpentina con aletas, la unidad ventiladora origina la circulación de aire del local haciéndolo atravesar por el serpentín que se alimenta con agua fría o caliente. Estos sistemas presentan la ventaja de la circulación de aire independiente en cada local y la regulación manual o automática de la temperatura.

- *Sistemas agua-aire.* Sistemas mixtos que utilizan tuberías para la distribución del agua fría o caliente a las unidades de tratamiento de aire o aparatos que preparan al aire, utilizando conductos para su distribución a las zonas individuales.

2.2 REQUERIMIENTOS TERMICOS DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO ACTUAL

2.2.1 Diagnostico energético. Datos generales del hotel y Aire Acondicionado

El diagnostico energético al hotel Costa y Sol, se realizó el 16 de julio de 2010, hotel de 4 estrellas ubicado en Av. Veracruz s/n Esquina Ferrocarriles Col. Centro, Boca del Río, Veracruz. La edificación se realizó en 1980, empezando operaciones en 1982.

El hotel Costa y Sol cuenta con 124 empleados y 189 habitaciones, divididos en cuatro edificios de cuatro niveles, además cuenta con 18 villas. El terreno total del inmueble se estima en 6 hectáreas, ocupando aproximadamente el 70% del terreno la construcción.

El hotel se encuentra en una zona turística, la pared más larga de la construcción está orientada hacia el este, predominado el color blanco en paredes y techos, los cristales usados en las ventanas son transparentes de 3 a 9 mm, utilizando cortinas ellas. Se cuentan con bovedillas como aislante para paredes y techos.

El hotel cuenta con sistema de aire acondicionado por habitación, de expansión directa tipo minisplit, capacidad total de 18,000 BTU, además de contar con un sistema de regulación en las instalaciones.

La instalación eléctrica del hotel Costa y Sol de tres fases, tres hilos, frecuencia de 60 Hz, un voltaje de 13,200V. Cuentan con un contrato con la Comisión Federal de electricidad (CFE), bajo una tarifa HM.

2.2.2 Ocupación

La demanda de ocupación del hotel Costa y Sol presenta su máximo en la época de invierno mientras que el mínimo en otoño, la ocupación promedio del hotel es de 77.25%.

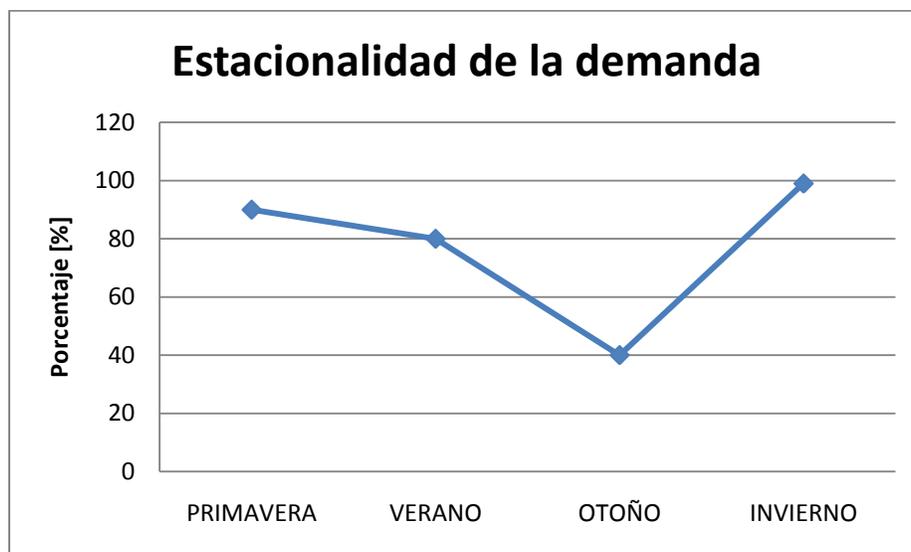


Fig. 3 Gráfica estacionalidad de la demanda en el hotel Costa y Sol

2.2.3 Tarifa HM

La Comisión Federal de Electricidad maneja distintas tarifas de acuerdo al consumo requerido. Las tarifas se dividen en:

- Baja tensión
- Media tensión
- Alta tensión a nivel subtransmisión
- Alta tensión a nivel transmisión

Entre las tarifas de media tensión se encuentra la tarifa HM, clasificada como tarifa horaria general en media tensión, con demanda de 100kW o más.

Demanda facturable

La demanda facturable para tarifa HM, de acuerdo a lo establecido en la Comisión Federal de Electricidad, se define como:

$$DF=DP+FRI*\max(DI-DP,0)+FRB*\max(DB-DPI,0)$$

Donde:

DP =Demanda máxima medida en el periodo de punta

DI =Demanda máxima medida en el periodo intermedio

DB= Demanda máxima medida en el periodo de base

DPI =demanda máxima medida en los periodos de punta e intermedio

FRI y FRB= factores de reducción

Los cargos por Kilowatt de demanda facturable, kilowatt-hora de energía punta, intermedia y base, se modifican de acuerdo a la región divididas como:

- Baja California
- Baja California Sur
- Central
- Noreste
- Noroeste
- Norte
- Peninsular
- Sur

Demanda contratada

Al inicio de contrato de ésta tarifa, se fija la demanda contratada, cuyo valor no puede sobrepasar el 60% de la carga total conectada, ni puede ser menor a los 100 kilowatts o la capacidad de mayor motor o aparato instalado.

En el caso de que el 60% de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 90%.

Definición de Periodos punta, intermedio y base

Regiones Central, Noreste, Noroeste, Norte, Peninsular y Sur

Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	

domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	
Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril			
Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

Tabla 3: Periodos intermedio, punta y base para tarifa HM de CFE.

Fuente: Comisión Federal de Electricidad

Factores de reducción

Región	FRI	FRB
Baja California	0.141	0.070
Baja California Sur	0.195	0.097
Central	0.300	0.150
Noreste	0.300	0.150
Noroeste	0.300	0.150
Norte	0.300	0.150
Peninsular	0.300	0.150
Sur	0.300	0.150

Tabla 4: Factores de reducción.

Fuente: Comisión Federal de Electricidad

2.2.4 Consumos energéticos

Las fuentes de energía empleadas en el hotel son: energía eléctrica –red distribución de la comisión federal de electricidad-, diesel y gas LP. Los sistemas consumidores de energía analizados fueron: acometida eléctrica, motores, alumbrado de las instalaciones, calefacción de agua y regaderas, cocción de alimentos y aire acondicionado. El diagnóstico energético arrojó como resultado que el 45% de la energía empleada en el hotel es destinada únicamente al aire acondicionado.

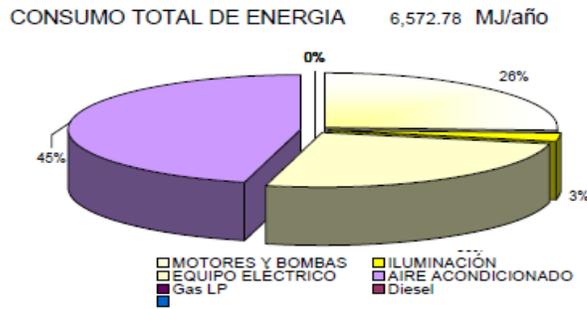


Fig. 4: Consumo total de energía, hotel Costa y Sol.

Fuente: Resumen ejecutivo de diagnóstico energético al Hotel Costa y Sol

Dentro de las cargas al sistema de energía eléctrica se determinó que el 53% de la carga total a dicho sistema únicamente es destinado al aire acondicionado:

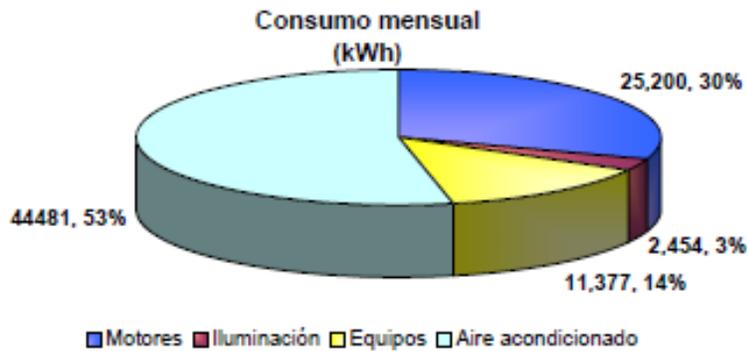


Fig. 5: Consumo mensual de energía, hotel Costa y Sol.

Fuente: Resumen ejecutivo de diagnóstico energético al Hotel Costa y Sol

El principal 20% de la demanda eléctrica, de acuerdo a los reportes de facturación, se concentra en los periodos de Enero-Febrero y Febrero-Marzo, concordando con la demanda máxima en la época de invierno, pero separándose de la época de primavera, la cuál es la segunda estación con mayor demanda.

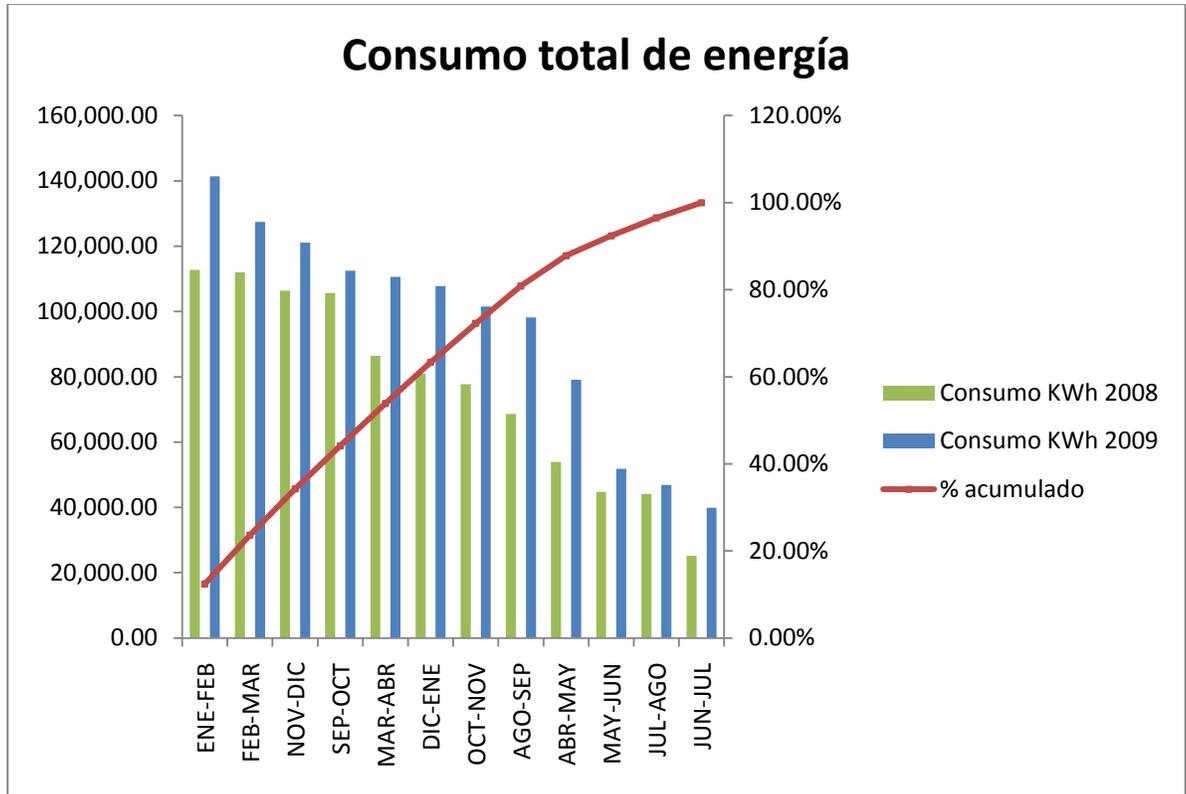


Fig. 6: Pareto del consumo total de energía.

2.2.5 Cargas térmicas internas

2.2.5.1 Iluminación

Carga térmica generada por iluminación interior generada 2 lámparas incandescentes de 50W y 6 fluorescentes compactas de 13 W, en el exterior se cuentan con 15 lámparas reflectoras de 400W.

El sistema de iluminación se encuentra controlado mediante un dispositivo de encendido y apagado según el horario establecido, detectores de presencia, instalación de fotocélulas e instalación de interruptores de desconexión de iluminación por zonas. En el hotel se cuenta con un programa de mantenimiento de instalaciones eléctricas anual estandarizado de forma permanente.

En cuanto a el aprovechamiento de la luz solar, fue establecido, por el gerente, que no existen sombras que afectan el aprovechamiento de la luz diurna, generado por otros edificios, arboles, etc., el tamaño y localización de las ventanas favorecen la utilización de luz solar, así como el tamaño y localización de los tragaluces y vidrios utilizados en las ventanas

2.2.5.2 Equipo

En cada habitación de tipo doble se encuentra instalado un televisor, refrigerador, dos lámparas de buró, un extractor de baño, una cafetera y un secador de pelo; mientras que en una habitación tipo suite, además del equipo instalado en la habitación de tipo sencilla, cuenta con una estufa eléctrica y 2 equipos de aire autónomo.

2.3 AIRE ACONDICIONADO POR ABSORCIÓN SOLAR

El ciclo de refrigeración por absorción es un proceso, mediante el cual el efecto de refrigeración se produce a través de la utilización de un refrigerante, un absorbente y cierta cantidad de calor de entrada; en lugar de la alimentación eléctrica como en el ciclo de compresión de vapor comúnmente usado. Tanto los ciclos de compresión de vapor como los ciclos de refrigeración por absorción emplean un refrigerante a baja presión y el rechazo de calor a través de la condensación del refrigerante a una presión mayor.

Los sistemas de refrigeración por absorción implican la absorción de un refrigerante por medio de un medio de transporte. El sistema de refrigeración por absorción más utilizado es el sistema amoníaco-agua, donde el amoníaco (HN_3) sirve como el refrigerante y el agua (H_2O) es el medio de transporte. Otros sistemas de refrigeración por absorción son los de agua-bromuro de litio y el de agua-cloruro de litio, en los que el agua sirve como refrigerante. Los dos últimos sistemas están limitados a aplicaciones como el acondicionamiento de aire, en las que la temperatura mínima queda por arriba del punto de congelación del agua. [Cengel *et al.* 2006]

Sistema HN_3 - H_2O

La máquina de refrigeración amoníaco-agua fue patentada por el francés Ferdinand Carre en 1859. Este sistema es muy similar al sistema de compresión por vapor, excepto que el compresor se sustituye por mecanismo de absorción compuesto por un absorsor, una bomba un generador, una válvula y un rectificador. Una vez que la presión del HN_3 es elevada por los componentes en la caja, se enfría y se condensa en el condensador, liberando calor hacia los alrededores; se estrangula hasta la presión del evaporador y absorbe el calor del espacio refrigerado cuando fluye a través del evaporador.

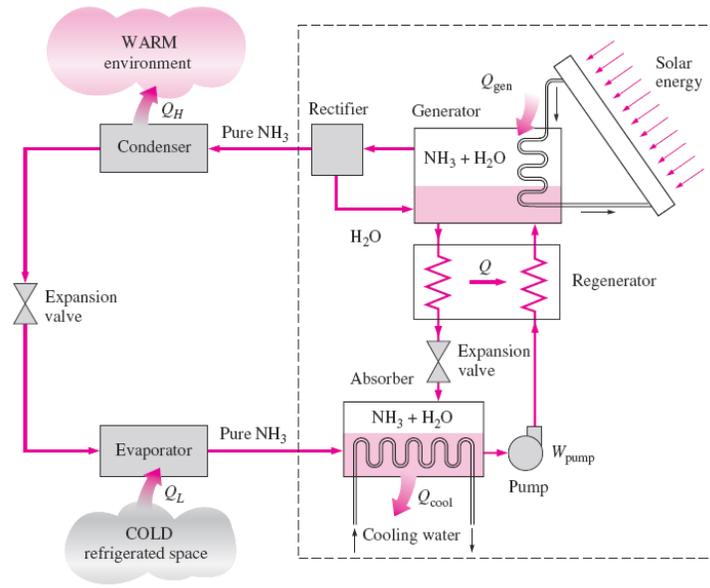


Fig. 7 Ciclo de refrigeración por absorción de amoníaco
Fuente: CENGEL, *Termodinámica*

2.3.1 Mecanismo de absorción

El vapor de amoníaco sale del evaporador y entra al absorsor, donde se disuelve y tiene una reacción química con el agua para formar $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Ésta es una reacción exotérmica química; por ello el calor se libera durante este proceso. La calidad de NH_3 que puede disolverse en H_2O es inversamente proporcional a la temperatura. Por consiguiente, es necesario enfriar el absorsor para mantener su temperatura lo más baja posible y, por ende, para maximizar la cantidad de NH_3 disuelto en el agua. La solución líquida $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$, que es rica en NH_3 , se bombea luego al generador. El calor se transfiere a la solución de una fuente para evaporar algo de la solución. El vapor que es rico en $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ pasa por un rectificador, que separa el agua y la regresa al generador. El vapor de NH_3 puro de alta presión continúa luego su trayecto por el resto del ciclo. La solución caliente $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$, pobre de NH_3 , pasa después por un regenerador donde transfiere algo de calor a la solución enriquecida que sale de la bomba, y se estrangula hasta la presión del absorsor. [Cengel *et al.* 2006].

Comparados con los sistemas por compresión de vapor los sistemas de refrigeración por absorción presentan una ventaja importante: se comprime un volumen específico, por lo que la entrada de trabajo en los sistemas de refrigeración por absorción es muy pequeña (del orden de 1% del calor suministrado al generador) y se ignora a menudo en el análisis del ciclo. La operación de estos sistemas se basa en la transferencia de calor de una fuente externa.]por consiguiente, los sistemas de refrigeración por absorción son clasificados a menudo como sistemas accionados por calor.

Los sistemas de refrigeración por absorción son mucho más cotosos que los sistemas por compresión de vapor. Son más complejos y ocupan más espacio, son mucho menos eficientes, por lo tanto requieres torres de enfriamiento mucho más grandes para liberar el calor residual, y son

más difíciles de mantener dado que son poco comunes. Así, los sistemas de refrigeración por absorción deberían de considerarse sólo cuando el costo unitario de la energía térmica sea bajo y se proyecte permanecer bajo en comparación con la electricidad. Los sistemas de refrigeración por absorción se utilizan principalmente en grandes instalaciones comerciales e industriales.

El COP de sistemas de refrigeración por absorción se define como

$$COP_{absorción} = \frac{\text{Salida deseada}}{\text{Entrada requerida}} = \frac{Q_L}{Q_{generador} + W_{bomba}} \cong \frac{Q_L}{Q_{generador}}$$

El COP máximo de un sistema de refrigeración por absorción se determina suponiendo que el ciclo completo es totalmente reversible (es decir, el ciclo no incluye irreversibilidades ni ninguna transferencia de calor debido a una diferencia de temperatura diferencial). El sistema de refrigeración sería reversible si el calor de la fuente $Q_{generador}$ se transfiriera a una máquina térmica de Carnot, y la salida de trabajo de esta máquina térmica ($W = \eta_{ter,rev} Q_{generador}$) se suministra aún refrigerador de Carnot para extraer calor de un espacio refrigerado.

$$COP_{rev,absorción} = \frac{Q_L}{Q_{generador}} = \eta_{ter,rev} COP_{R,rev} = \left(1 - \frac{T_0}{T_s}\right) \left(\frac{T_L}{T_0 - T_L}\right)$$

Donde T_L , T_0 y T_s son las temperaturas termodinámicas del espacio refrigerado, el ambiente y la fuente de calor, respectivamente. Cualquier sistema de refrigeración por absorción que reciba calor de una fuente a T_s y extraiga calor del espacio refrigerado a T_L mientras opera en un ambiente a T_0 tendrá un COP menor que aquel que el $COP_{absorción}$.

Los sistemas de acondicionamiento de aire basados en la refrigeración por absorción, llamados *enfriadores por absorción*, se desempeñan mejor cuando la fuente de calor puede suministrar calor a una temperatura elevada con poca caída de temperatura. Los enfriadores por absorción generalmente están nominados a una temperatura de entrada de 116°C. Los enfriadores funcionan a temperaturas más bajas, pero su capacidad de enfriamiento disminuye sensiblemente con la disminución de la temperatura de la fuente, aproximadamente 12.5% por cada 6°C de reducción en la temperatura de la fuente. [Cengel *et al.* 2006].

2.3.2 Principio de operación

El fluido de trabajo en un sistema de refrigeración por absorción es una solución binaria que consiste de refrigerante y absorbente. En la figura se puede observar que dos contenedores evacuados están conectados entre sí. El contenedor de la izquierda contiene líquido refrigerante, mientras el contenedor de la derecha contiene una solución refrigerante/absorbente. La solución en el contenedor derecho absorberá vapor de refrigerante del contenedor izquierdo, mientras el vapor refrigerante es absorbido, la temperatura del refrigerante restante se reducirá como consecuencia de su vaporización. Esto provoca un efecto refrigerante que ocurre dentro del contenedor de la izquierda. Al mismo tiempo, la solución dentro del contenedor derecho se hace

más concentrada debido al mayor contenido de refrigerante absorbido. Esto se llama “proceso de absorción”. Normalmente, el proceso de absorción es un proceso exotérmico, por lo tanto, se debe rechazar el calor en los alrededores con el fin de mantener su capacidad de absorción. [Srikhirin *et al.*,2001]

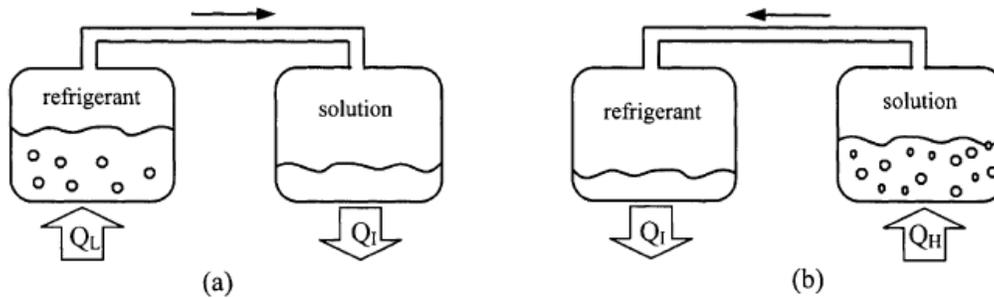


Fig. 8 (a) El proceso de absorción ocurre en el recipiente del lado derecho causando el efecto de enfriamiento en el otro, (b) el proceso de separación de refrigerante ocurre en el recipiente del lado derecho como resultado de adicionar una fuente de calor externa.

Fuente: Srikhirin P. Renew. And Sust. Energy

Cuando la solución no puede continuar con el proceso de absorción debido a la saturación del refrigerante, el refrigerante debe separarse de la solución concentrada. El calor es normalmente la clave para este proceso de separación. Se aplica al contenedor derecho a fin de separar el refrigerante de la solución, como se muestra en la Fig.8 (b). El vapor de refrigerante se condensa por la transferencia de calor a los alrededores. Con estos procesos, el efecto de enfriamiento no se puede producir continuamente a medida que el proceso no se puede producir continuamente a medida que el proceso no se puede hacer de forma simultánea. Por lo tanto, un ciclo de refrigeración por absorción es una combinación de estos dos procesos, como se muestra en la Fig.9. Como el proceso de separación se produce a una presión más alta que el proceso de absorción, una bomba de circulación es necesaria para distribuir la solución. Con lo anterior, el coeficiente de operación (COP) de un sistema de refrigeración por absorción se define como

$$COP = Q_{EV} / (Q_{GE} + Ws)$$

Donde Q_{EV} es el calor que el absorbido en el evaporador kW, Q_{GE} es el calor suministrado al generador en kW y Ws es el trabajo de flecha de la bomba en kW. El trabajo necesario para la bomba en general es despreciable en relación con la entrada de calor en el generador, por lo tanto, el trabajo de la bomba a menudo se desprecia para los efectos de análisis.

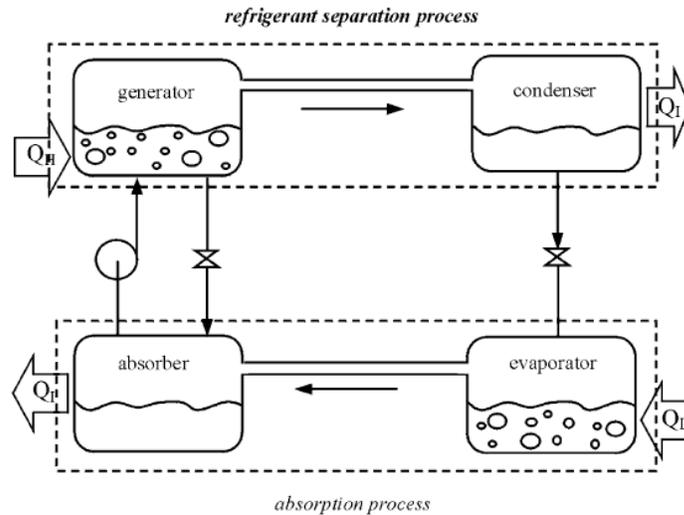


Fig.9: Ciclo de refrigeración por absorción continuo compuesto de dos procesos

Fuente: Srihirin P. Renew. And Sust. Energy

Fluido de trabajo para los sistemas de refrigeración por absorción

El rendimiento de un sistema de refrigeración por absorción depende fundamentalmente de la química y las propiedades termodinámicas del fluido de trabajo [Pilatosky *et al.*, 1993]. Un requisito fundamental de la combinación refrigerante-absorbente es que, en fase líquida, debe tener un margen de capacidad de mezcla dentro de la gama de temperatura de funcionamiento del ciclo. La mezcla también debe ser químicamente estable en el rango de operación, no tóxica, no explosiva, de fácil adquisición y compatible con los materiales de construcción del equipo.

Además de estos requisitos, los siguientes son deseables.

- La elevación del punto de ebullición (la diferencia en el punto de ebullición entre el refrigerante puro y la mezcla a la misma presión) debe ser tan grande como sea posible.
- El refrigerante debe tener alto calor de vaporización y alta concentración en el absorbente con el fin de mantener la velocidad de circulación baja entre el generador y la absorción por unidad de capacidad de refrigeración.
- Las propiedades de transporte que influyen en la transferencia de masa y calor, por ejemplo, la viscosidad, la conductividad térmica y coeficiente de difusión, deben ser favorables.
- Refrigerante y absorbente deben ser no-corrosivos, amigables con el medio ambiente y con el menor costo posible.

Muchos fluidos de trabajo se sugieren en la literatura. Un estudio de la absorción de líquidos proporcionados [Marcriss *et al.*, 1988], sugiere que hay alrededor de 40 compuestos de refrigerante y de 200 compuestos absorbentes disponibles. Sin embargo, los fluidos de trabajo más comunes son $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ y $\text{H}_2\text{O-LiBr}$.

Desde la invención de los sistemas de refrigeración por absorción, el NH₃-H₂O ha sido ampliamente utilizado para fines de enfriar y calentar. Ambos NH₃ (refrigerante) y el agua (absorbente) son muy estables para una amplia gama de temperaturas de operación y presión NH₃ tiene un alto calor latente de vaporización, que es necesario para el funcionamiento eficiente del sistema. Puede ser utilizado para aplicaciones de baja temperatura, puesto que el punto de congelación de NH₃ es de -77°C a una presión por debajo de 0.1 bar. Dado que tanto NH₃ y el agua son volátiles, el ciclo requiere de un rectificador para retirar el agua que normalmente se evapora con el NH₃. Sin un rectificador, el agua se acumula en el evaporador y contrarresta el rendimiento del sistema. Hay otras desventajas tales como su alta presión, toxicidad a altas concentraciones y la acción corrosiva al cobre y aleaciones de cobre. Sin embargo, el NH₃-H₂O es amigable con el ambiente y de bajo costo.

Dos características sobresalientes del H₂O-LiBr son la no volatilidad del absorbente LiBr (la necesidad de un rectificador es eliminada) y el calor extremadamente alto de vaporización del agua (refrigerante). Sin embargo, el agua utiliza como refrigerante limita a aplicaciones de baja temperatura por arriba de 0°C. Como el agua es el refrigerante, el sistema debe ser operado en condiciones de vacío. En altas concentraciones de LiBr, la solución es propensa a la cristalización. También es corrosiva para algunos metales y es costosa. Algunos aditivos pueden añadirse al H₂O-LiBr como un inhibidor de la corrosión o para mejorar el rendimiento térmico de transferencia de masa.

Aunque H₂O-LiBr y NH₃-H₂O se han utilizado ampliamente durante muchos años y sus propiedades son bien conocidas, muchas más amplias investigaciones se han llevado a cabo para investigar nuevos fluidos de trabajo. Diversas mezclas ternarias se han propuesto con un sistema de absorción. [Srikhirin *et al.*,2001].

2.3.3 Sistemas de refrigeración

Las mezclas de refrigerante de uso común en los sistemas de refrigeración por absorción son tres, las más antigua de ellas es la amoniaco agua; otra combinación es el amoniaco-nitrato de litio, en donde el agua es el refrigerante y el bromuro de litio es el absorbente. Las dos primeras se emplean típicamente para refrigeración, con temperaturas por debajo de 0°C, mientras que la última se utiliza en sistemas de absorción para aire acondicionado, para temperaturas por arriba de 0°C. [Gómez Espinoza *et al* 2007]

Agua (H ₂ O)/ Bromuro de Litio (LiBr)	
Ventajas	Inconvenientes
El refrigerante agua tiene una alta capacidad calorífica	El sistema no puede enfriar a temperaturas menores del punto de congelación de agua.
La solución de bromuro de litio no es volátil, no requiere rectificación.	El bromuro de litio es solvente en agua sólo limitadamente.
Las sustancias no son tóxicas ni inflamables.	El vacío demanda una alta impermeabilidad del sistema.

Amoniaco (NH ₃)/Agua (H ₂ O)	
Ventajas	Inconvenientes
El refrigerante amoniaco tiene una alta capacidad calorífica.	Presión de trabajo relativamente alta, demanda de tuberías de mayor espesor.
Aplicaciones de temperaturas muy bajas, hasta -60°C	Volatilidad del absorbente, es necesaria una rectificación.
Propiedades muy buenas de transferencia de calor y masa.	El amoniaco es irritante a altas concentraciones.
El refrigerante amoniaco es de muy bajo costo.	La temperatura para separar el amoniaco, es mayor que con las otras mezclas.
Amoniaco (NH ₃)/Nitrato de Litio (LiNO ₃)	
Ventajas	Inconvenientes
El refrigerante amoniaco tiene una alta capacidad calorífica.	Presión relativamente alta del refrigerante, requiriendo de tuberías más gruesas
Aplicaciones de temperaturas muy bajas, hasta -60°C	La mezcla puede llegar a cristalizarse a bajas concentraciones.
Propiedades muy buenas de transferencia de calor y masa.	La mezcla es un tanto corrosiva al entrar en contacto con el aire.
Es posible comenzar a generar a bajas temperaturas	El costo del nitrato de litio es elevado

Tabla 5: Ventajas y Desventajas de las principales mezclas binarias empleadas en sistemas de absorción

Fuente: Gómez E., Victor Hugo. *Simulación numérica y validación experimental de intercambiadores de calor de tubos aletados y placas, y su integración a un ciclo de refrigeración por absorción.*

2.3.4 Clasificación de los sistemas de refrigeración

Los sistemas de refrigeración se pueden clasificar por la fuente de calor en el generador (método de accionamiento), por el método de evacuación de calor a nivel intermedio de temperaturas, por la configuración del ciclo de absorción o por el tiempo de uso.[Herrera Romero *et al.* 2010]

Por la fuente de calor:

- Acondicionamiento indirecto: los sistemas que utilizan vapor de agua o líquidos calientes como fuente de calor.
- Accionamiento directo: los que utilizan como fuente de energía la combustión directa.
- Recuperadores de calor: los que utilizan gases residuales limpios y calientes como fuente de calor.

Por el método de evacuación de calor a nivel intermedio:

- Las refrigeradas por agua: son aquellos sistemas que usan una torre de enfriamiento para retirar el calor que se desprende en el condensador y el absorbente.
- Las refrigeradas por aire: son aquellos sistemas que usan ventiladores para retirar el calor que se desprende en el absorbente y condensador.

Por el ciclo de absorción:

- Sistemas de simple efecto: es el sistema que consta de los elementos necesarios para que la refrigeración por absorción se llevé de manera continua, los cuales son absorbente, generador, condensador, evaporador, bomba y dos válvulas de expansión.
- Sistemas de doble o más efecto. Está formado por un sistema de absorción de una etapa y un segundo o más generador(es), el vapor del generador de alta temperatura se emplea para calentar el (los) generador(es) de baja temperatura.

Por el tiempo de uso:

- Sistema intermitente de absorción: estos sistemas no requieren una bomba para hacer circular la solución de trabajo y la manipulación se limita a conmutaciones de válvulas. En ellos un periodo de generación le sigue uno de absorción (solo hay un recipiente de generación-absorción), ocurriendo este último de forma simultánea con el periodo de refrigeración.
- Sistema continuo de absorción.

Antecedentes de sistemas solares de absorción en México

En el país se han desarrollado distintos proyectos de aplicación de los sistemas de refrigeración por absorción, algunos de ellos son [Ortega Ávila *et al.* 2002]:

- Proyecto Sonntlan (Colaboración República Federal Alemana y México)
 - Sonntlan : Las Barrancas
 - Sonntlan: Mexicali (Instituto de investigaciones Eléctricas y el Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM)
- Sistema Isaac (Ciclo Intermitente de Absorción de Amoniaco por Energía Solar): Maruata, Mich. Y Hermosillo, Son. (Energy Concepts y PRONASOL)

2.3.5 Comparación entre enfriadores solares y de compresión mecánica

Existen sistemas de enfriamiento asistidos parcial o totalmente por energía solar, que usualmente se comparan con el sistema de enfriamiento convencional, de acuerdo con su consumo de energía primaria. Los sistemas de enfriamiento convencional conllevan un proceso previo de generación de energía eléctrica, cuya eficiencia (η_{GE}) se debe considerar en el análisis.

Lamp P. y Ziegler, F. en su artículo "European research on solar-assisted air conditioning" definen el indicador llamado relación de energía primaria (PER) como la energía primaria (EP)

requerida para producir una cantidad dada de enfriamiento (Q_{EV}), [Lamp, P. and Ziegler, F *et al.* 1998]:

$PER = \frac{Q_{EV}}{EP}$, cantidad de refrigeración por unidad de energía primaria.

La fracción solar (FS) es definida como la relación de energía solar suministrada y la energía total requerida:

$$FS = \frac{Q_{SOL}}{Q_{SOL} + EP}$$

La demanda de energía primaria está relacionada con los requerimientos de energía del sistema de absorción Q_{GE} , por medio de la eficacia del quemador u horno (η_h).

$$Q_{GE} = Q_{SOL} + \eta_h EP$$

La relación de energía primaria de un sistema de absorción con una fuente de energía híbrida, con una función de la fracción solar y del COPE de cada ciclo.

$$PER = \left[\frac{FS}{(1 - FS)} + \eta_h \right] \cdot COP_e$$

Para el sistema de compresión mecánica la relación es más simple.

$$PER = \eta_{GE} \cdot COP$$

Aspectos generales [Velázquez Limón *et al* 2002]:

- Los sistemas de absorción pueden utilizar calor de desecho, energía geotérmica, solar y muchos combustibles que son subproductos en las industrias, este tipo de fuente de energía son de bajo costo, por lo que, disminuyen en forma considerable el costo de operación.
- Como los sistemas de absorción no utilizan compresor mecánico, se tiene una operación con menos ruido y vibración que las alternativas convencionales, esto es una importante ventaja en ciertos lugares como hoteles, hospitales, entre otros.
- Las unidades de absorción requieren menos mantenimiento que los sistemas de compresión mecánica (SCM), ya que tienen menos partes móviles.
- El costo del capital de un sistema de absorción es generalmente más alto que los SCM. Pero particularmente si utilizan calor de desecho o trabajan acoplados a un sistema de cogeneración, donde se requiere diseños especiales, pero el costo extra es rápidamente recuperado utilizando este tipo de fuentes de calor.
- Los requerimientos de espacios de los sistemas de absorción son más grandes que los sistemas convencionales.

Como regla general, los sistemas de absorción pueden ser considerados económicamente viables, para producir enfriamiento, si se tiene uno de los siguientes factores:

- Se tiene una unidad de cogeneración y no se puede usar toda la capacidad disponible (fuente de calor disponible), o se está considerando adquirir una nueva planta de cogeneración.
- Se cuenta con calor residual disponible.
- Se tiene una fuente de combustible de bajo costo.
- La eficiencia de su caldera es baja debido a un pobre factor de planta.
- Si la empresa tiene un límite de carga eléctrica que sería muy costoso incrementarla a los cargos en el horario pico.
- Si la compañía es particularmente sensible a ruidos o vibraciones.
- Si la empresa necesita más enfriamiento, pero tiene una carga eléctrica limitada que es muy caro superar y se tiene un adecuado suministro de calor.
- Se cuenta con una buena disponibilidad de energía solar en el lugar.
- Se tienen objeciones para el uso de la refrigeración convencional, de cualquier índole.

2.3.6 Casos prácticos: *Proyectos aplicados al acondicionamiento del aire*

- Proyecto de Enfriamiento en Mexicali del Instituto de investigaciones Eléctricas y el Instituto de Investigación en Materiales. [Ortega Ávila *et al.* 2002]

Durante los años de 1981 y 1982, se realizó una demostración de enfriamiento solar en la ciudad de Mexicali. EL subsistema solar consistió en 30 colectores planos con un área total de 48m². Los colectores, de diseño mexicano, tenía doble cubierta y el tubo absorbente estaba recubierto por capa de cromo negro. Los colectores fueron instalados en el techo del edificio administrativo del IIE orientados hacia el sur con una inclinación optimizada para los meses de verano de 12°. También se instaló un tanque de almacenamiento de 2m³. El sistema seleccionado de enfriamiento por absorción fue una unidad de bromuro de litio/agua con una capacidad nominal de 7kW. Una torre de enfriamiento compacta con una capacidad de 18.6kW era parte del sistema, así como un calentador auxiliar de agua que nunca se usó. El tanque y los otros componentes, excepto los colectores, se instalaron en el estacionamiento del edificio debido a restricciones de seguridad. El sistema fue operado durante el verano de 1981. Un sistema de adquisición de datos monitoreó el sistema durante los últimos días del mes de agosto y todo el mes de septiembre. Debido a problemas operacionales y de instrumentación los datos se colectaron inmediatamente e incompletos. Los principales problemas encontrados fueron la constante falla del medidor de flujo para registrar el flujo de agua caliente en el sistema de colectores y el flujo menor del recomendado para el circuito de agua de enfriamiento. Este flujo bajo ocasionó una capacidad de enfriamiento reducida de alrededor de 3kW. Posteriormente se realizó una simulación en computadora del sistema de enfriamiento solar para optimizarlo. La simulación demostró que el sistema era capaz de operar con alta eficiencia y capacidad de enfriamiento mayor que la nominal.

- Proyecto Sonntlan de enfriamiento en Mexicali

El proyecto de enfriamiento solar consistió de seis casas unifamiliares, cinco juntas y una separada de las otras, que incorporaban elementos pasivos para reducir la demanda de enfriamiento y una torre que contenía los componentes del sistema solar activo. Los colectores fueron instalados sobre techos de las casas. La demanda de enfriamiento de 7kW se proveyó por un enfriador solar por absorción bromuro de litio/agua de 90kW. El agua enfriada primero fue enviada a un tanque de almacenamiento de agua fría y después fue distribuida a unas unidades de manejo de aire, instaladas en el nivel superior de cada casa. Datos técnicos del sistema:

Sistema de Colección Solar

Colectores de placa plana (288 módulos de 1.1m ² cada uno)	316 m ²
Temperatura de operación en verano	70-90°C
Capacidad de almacenamiento de calor (2 tanques)	30 m ²
Ganancia térmica en verano	Más de 1800kWh/día
Medio de almacenamiento y transporte de calor	agua

Sistema de aire acondicionado

Enfriador por absorción Arkla-WFB 300	Max. 90kW
Temperatura del agua caliente	70-90°C
Temperatura de agua enfriada	Mín 7-11°C
Temperatura de agua de enfriamiento	25-28°C
Capacidad de la torre de enfriamiento húmeda	Máx. 200KW
Capacidad de enfriamiento en verano	Más de 500kWh/día
Unidades distribuidoras de aire	1 en cada casa (6)
Salidas/entradas de aire	1 en cada piso(12)

Tabla 6: Sistema solar de enfriamiento por absorción de litio/agua en Mexicali, BC, México.

Fuente: Ortega Ávila, Naghelli. *Estudio teórico de un colector tipo CPC acoplado al generador de un sistema de refrigeración por absorción*

Durante 1983 las casas no fueron ocupadas aún y la operación del sistema sólo fue para propósitos de prueba. Al final de 1985 se completó una modificación del subsistema de componentes basándose en la experiencia operacional de 1983 y 1984. Las modificaciones incluyeron la descentralización del control manual de aire, el reemplazo de la computadora de control por una capaz de resistir las severas condiciones ambientales en la torre, la prevención del intercambio de calor entre el área de colección y las tanques de almacenamiento de agua caliente y, la eliminación de partes de la tubería de agua caliente de agua enfriada. Estas modificaciones aumentaron la eficiencia total del campo de colectores desde 26 hasta 29%. La fracción solar anual aumentó desde 59%, en 1985, a 75%, en 1987. La eficiencia del enfriador varió desde 53 a 73%. Para condiciones de operación razonables de temperatura de entrada de agua caliente de 75 a 95°C, temperatura de agua de enfriamiento de 29 a 332°C y temperatura de agua enfriada de 8 a 10 °C, la eficiencia en estado estacionario mostró una tendencia casi constante de alrededor de 69% y eficacias diarias de 64%. Desde 1984 hasta 1986, la mayor parte de las casas estuvieron habitadas continuamente y se suministró el servicio de enfriamiento. Al interior las condiciones estuvieron reguladas dentro de un rango confortable de aproximadamente 26 a 28°C y 50% de humedad relativa, incluso durante la estación de calor extremo, con aumentos externos de 42 a 48°C.

Referencias

- [1] GARCÍA DE MIRANDA, Enriqueta. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana*. 1964
- [2] AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS, *Ashrae handbook: fundamentals*, 1978.
- [3] HERNÁNDEZ GORIBAR, Eduardo. *Fundamentos de Aire acondicionado y refrigeración*. Editorial LIMUSA, 1973.
- [4] QUADRI, Nestor Pedro. *Instalaciones de aire acondicionado y calefacción*. Editorial ALSINA, 6° edición, 2002
- [5] Comisión Federal de Electricidad –CFE–. [www.cfe.gob.mx.] Tarifas H-M (2010-2011), Junio 2011.
- [6] PROGRAMAS DE AHORRO DE ENERGÍA –PAE–. Resumen ejecutivo: Diagnostico energético Hotel Costa y Sol, 2010.
- [7] CENGEL, Y. et al. *Termodinámica*. 5ta edición. Cap. 11. Págs. 631-634. Edición en español, México 2006. Trad. Carlos Roberto Cordero Pedraza.
- [8] Srihirin P, Aphornratana S, Chungpaibulpatana S. *A review of absorption refrigeration Technologies*. Renew. And Sust. Energ. Rev. 5, 2001.

- [9] Pilatowsky, IF. Best, R., Valiente, A., Lage, J.C., Quinto, P., Gutiérrez, F., Hernández, J.I. Hieras, J., Martínez, E. *Métodos de Producción en Frío*. UNAM. 1993.
- [10] Marcriss RA, Gutraj JM, ZAwacki TS. *Absorption fluid data survey: final report*, Inst.Gas Tech, 1998.
- [11] Gómez E., Victor Hugo. *Simulación numérica y validación experimental de intercambiadores de calor de tubos aletados y placas, y su integración a un ciclo de refrigeración por absorción*. TESIS para obtener el grado de Doctor en Ingeniería. Centro de Investigación en energía. UNAM. 2007.
- [12] Herrera Romero, José Vidal. *Simulación numérica y validación experimental de un generador de película descendente en tubos horizontales para un sistema de refrigeración solar por absorción*. TESIS para obtener el grado de Doctor en Ingeniería. Centro de Investigación en energía. UNAM. 2010.
- [13] Ortega Ávila, Naghelli. *Estudio teórico de un colector tipo CPC acoplado al generador de un sistema de refrigeración por absorción*. TESIS para obtener el grado de maestra en energía solar. Centro de Investigación en energía. UNAM. 2002.
- [14] Lamp, P. and Ziegler, F. *European research on solar assisted air conditioning*. Int. J. Rrefrig., Vol. 21, No.2. 1998
- [15] Velázquez Limón, Nicolas. *Estudio de sistemas de absorción avanzados para operar con gas natural asistidos por energía solar*. TESIS para obtener el grado de Doctor en ciencias químicas. Facultad de Química. UNAM 2002.

El diagnostico de aie acondicionao y compaativo del sistema convencional con uno mediante absoción.

3.1 ENCUESTA DIAGNOSTICO PARA ARIE ACONDICIONADO

3.1.1 Genialidades del aire acondicionado instalado

Hotel _____ Fecha _____

¿El hotel cuenta con aire acondicionado? _____

¿Es centralizado? _____

Forma de centralizado _____

Distribución de enfriamiento _____

Equipos en habitaciones _____

¿Cuenta con más de un tipo de equipo en las habitaciones? _____

¿De qué tipo? Equipo2 _____

En caso de no ser centralizado o de incluir equipo individuales

¿Qué equipo utiliza, en cada habitación? _____

¿Cuenta con más de un tipo de equipo de aire acondicionado? _____

¿De qué tipo? Equipo2 _____

¿Cuánto tiempo ha tenido el aire acondicionado instalado? _____

¿El aire acondicionado y los ductos reciben mantenimiento? _____

Cuenta con una bitacora _____

Cada cuanto raeliza el mantenimiento _____

Observaciones: _____

3.1.2 Unidades enfriadoras

Tecnología de las unidades enfriadoras o chillers

Número de subsistemas (unidades enfriadoras) _____

Equipo 1

Marca		Modelo	
Capacidad		Toneladas	
Capacidad		SEER	
Compresor			
Refrigerante			

Continuar

Equipo 2

Marca		Modelo	
Capacidad		Toneladas	
Capacidad		SEER	
Compresor			
Refrigerante			

Equipo 3

Marca		Modelo	
Capacidad		Toneladas	
Capacidad		SEER	
Compresor			
Refrigerante			

Equipo 4

Marca		Modelo	
Capacidad		Toneladas	
Capacidad		SEER	
Compresor			
Refrigerante			



3.1.3 Distribución de agua helada

Condiciones de las instalaciones de distribución de agua helada

A. Aislamiento

Hace cuanto tipo de instaló el aislamiento _____

En que condiciones, considera usted que se encuentra el aislamineto de las tuberías _____

B. Tuberia

Cuenta con sistema secundario _____

Cuenta con sistema de retorno inverso _____

Cual es la potencia de bombeo _____

Qué tipo de válvulas tiene para control de flujo _____

C. Sistema de control

Los Fan&Coil tienen termostato _____

Los Fan&Coil estan regulados _____

REGRESAR

3.1.4 Unidades instaladas en habitaciones

Tipo de Equipo 1

Fabricante _____

Capacidad		
Enfriamiento		Kcal/h
Calefacción		
Capacidad eléctrica		
Voltaje (V)	Frecuencia (Hz)	Fase
	Enfriamiento	Calefacción
Potencia de entrada (W)		
Corriente (A)		
Características		
Aire de circulación entrada/salida (m ³ /min)		
Control de temperatura		
Auto restart		
Timer		
Tipo de Compresor		
Dimensiones		
Peso		

RF/RFCLB

Modelo _____

No. De unidades _____



HCE EFB Menejadora



Fan&Coil

Tipo de equipo 2

Fabricante _____

Capacidad		
Enfriamiento		Kcal/h
Calefacción		
Capacidad eléctrica		
Voltaje (V)	Frecuencia (Hz)	Fase
	Enfriamiento	Calefacción
Potencia de entrada (W)		
Corriente (A)		
Características		
Aire de circulación entrada/salida (m ³ /min)		
Control de temperatura		
Auto restart		
Timer		
Tipo de Compresor		
Dimensiones		
Peso		

RF/RFCLB

Modelo _____

No. De unidades _____

3.1.5 Unidades de expansión directa

Tipo de equipo 1

Fabricante _____

Capacidad		
Enfriamiento		Kcal/h
Calentamiento		
Capacidad eléctrica		
Voltaje (V)	Frecuencia (Hz)	Fase
	Enfriamiento	Calentamiento
Potencia de entrada (W)		
Corriente (A)		
Características		
Aire de circulación		
entrada/salida (m ³ /min)		
Control de temperatura		
Auto restart		
Timer		
Tipo de Compresor		
Dimensiones		
Peso		

Modelo _____ No. De unidades _____

Ventana



Minisplit



Tipo de equipo 2

Fabricante _____

Capacidad		
Enfriamiento		Kcal/h
Calentamiento		
Capacidad eléctrica		
Voltaje (V)	Frecuencia (Hz)	Fase
	Enfriamiento	Calentamiento
Potencia de entrada (W)		
Corriente (A)		
Características		
Aire de circulación		
entrada/salida (m ³ /min)		
Control de temperatura		
Auto restart		
Timer		
Tipo de Compresor		
Dimensiones		
Peso		

Modelo _____ No. De unidades _____

3.2 COMPARATIVO DE GASTOS DE ELECTRICIDAD

Del consumo total de energía eléctrica el 53% se destina al aire acondicionado¹, el cual es utilizado en el funcionamiento del aire acondicionado que consta de 87 minisplits de una capacidad de de 18,000 BTU cada uno², funcionando a su capacidad de ocupación máxima de 97% en la temporada de invierno², nos indica una necesidad de 126.58 toneladas de refrigeración para abastecer la demanda total del hotel en invierno.

En el periodo noviembre a diciembre se registró un consumo de 240,005 KWh, lo que registra 127,203 KWh destinado al aire acondicionado, con lo cual se estima en el pago de \$171,724.00 para el periodo de inicio de invierno.

Con la implementación de aire acondicionado por absorción se consumirían 17.72 KWh, de acuerdo con la especificación de Eco Chillers York³, lo cual representaría un pago de consumo de

electricidad, para el mismo periodo, de \$39,043.00. Lo que representa un ahorro en el pago de facturación eléctrica de 77.22%

De acuerdo con estudios realizados en la California Energy Commission, el costo de un equipo de acondicionado por absorción de calor es de \$1,100 USD⁴. Con esta información el estimado para la adquisición del equipo sería de \$139,282.00 USD. Si se invierte el monto total que se ahorra en la facturación eléctrica, el costo del equipo se recuperaría en 16 bimestres (2.71 años).

3.3 LECCIONES APRENDIDAS

Para el correcto análisis y determinación de la capacidad del equipo de aire acondicionado necesario para las instalaciones del hotel se precisa agregar las preguntas correspondientes para la determinación de:

1. Cargas térmicas en una habitación tipo
 - a. Características dimensionales y materiales de los muros y techo
 - b. Tamaño y ubicación de las ventanas
 - c. Características de vidrios (grosor, polarizado, etc.)

2. Características ocupacionales
 - a. Número de personas por cuarto por temporada
 - b. Tiempo estimado de ocupación por día

Con estos datos sería factible calcular la necesidad real de refrigeración por habitación, lo cual incrementaría el potencial de ahorro y permitiría mejorar la recomendación del equipo de aire acondicionado

3.3 CONCLUSIONES

A lo largo del diagnóstico energético al Hotel Costa y Sol ubicado en Boca del Río Veracruz y posterior análisis de resultados se observó un gran potencial de ahorro en el área de gasto de energía por consumo de aire acondicionado.

Bajo los objetivos del proyecto, y poder determinar correctamente las necesidades y potenciales de ahorro de un hotel en general habría que añadir preguntas estratégicas que permitan calcular cargas térmicas y consumos de toneladas de refrigeración, éstas son lecciones aprendidas de éste diagnóstico en particular y algunas de ellas ya se implementaron en la última versión de la encuesta energética.

El potencial de ahorro económico al realizar el cambio de sistema de aire convencional es de importantes dimensiones, lo que favorece directamente al hotel, pero dicho potencial de

ahorro aún puede ser mayor analizando el comportamiento ocupacional del hotel, ya que se pueden implementar medidas de consumo moderado, como tarjetas de activación eléctrica por presencia de huéspedes que no permitirían el uso de aire acondicionado ni de otra energía eléctrica mientras la habitación se encuentre desocupada, polarización de vidrios, pinturas claras en muros, etc.

REFERENCIAS

- [1] PROGRAMAS DE AHORRO DE ENERGÍA –PAE–. Resumen ejecutivo: Diagnostico energético Hotel Costa y Sol, 2010.
- [2] Encuesta realizada al Hotel Costa y Sol, 2010. ANEXO I
- [3] Eco Chillers. Aire York Chillers. Modelos YCF60ST
- [4] Design and Optimization of Solar absorption Chillers. California Energy Commission. 2002

Uso Eficiente de Energía y Aprovechamiento de Fuentes Renovables en las PyMEs del Sector Turismo

ENCUESTA

A. DATOS GENERALES

Fecha Categoría(Estrellas) Registro

Nombre de la Empresa

Dirección:
Calle Número Colonia o localidad

Delegación o Municipio Código Postal Estado

Año de inicio de la construcción del edificio

Año de inicio de operación: Número de Empleados:

DATOS DEL ENCUESTADO:

Nombre: Cargo:

Teléfono: Celular: E-mail:

B. CARACTERÍSTICAS DEL INMUEBLE

1. Cantidad total de habitaciones

2. Las habitaciones están conformadas por: Cuartos: Cabañas(Bugalows)-Juni: Villas:

3. ¿Cuántos edificios de cuartos conforman el hotel?

1 2 3 4 5 Otro

4. ¿Cuántos niveles tiene(n) el (los) edificio(s)?

1 2 3 4 5 Otro

5. ¿Cuántas habitaciones tiene por nivel?

Nivel 1 Nivel 2: Nivel 3: Nivel 4: Nivel 5: Otro

En caso de contar con varios edificios de diferentes niveles y distribución especificar:

6. ¿Cuántas cabañas o Villas tiene el hotel

7. Superficie aproximada del terreno:

8. Superficie aproximada por nivel en m²:

Nivel 1: Nivel 2: Nivel 3: Nivel 4: Nivel 5: Otro:

9. ¿Qué porcentaje representa el área construida del área total del terreno? (aprox.)

10. La ubicación según clima y altitud es:

- Clima cálido húmedo, hasta 1000 m msnm, temperatura promedio anual 22°C a 26°C
- Clima semicálido húmedo, de 1000 a 1600 msnm, temperatura promedio anual de 18°C a 22°C
- Clima templado, de 1600 a 2800 msnm, temperatura promedio anual de 12°C a 18°C
- Clima semifrío de 2800 a 3800 msnm, temperatura promedio anual de 5°C a 12°C
- Clima semiseco templado, temperatura promedio anual de 14°C

11. El hotel se encuentra ubicado en zona:

Turística Comercial Industrial Residencial Natural Playa

12. La pared más larga del edificio o de los edificios está(n) orientada(s) al:

Formato de encuesta a hoteleros. Derechos reservados UNAM-UV-UAC

Este ● Oeste ○ Norte ○ Sur ○ Noreste ○ Noroeste ○ Sureste ○ Suroeste ○

13. Tipos de cristales usados en las ventanas:

Reflejantes ○ Transparentes (de 3, (6) o 9 mm) ● Coloreados ○
Templados ○ Otros (especificar) _____

14. Colores de las paredes:

Habitaciones	Claro	Salones	Bco
Comedor o restaurant	Bco	Pasadizos	Bco
Sala de estar	Bco	Cocina	Bco
Oficinas	Bco.	Lavandería	Bco

15. Colores del techo:

Habitaciones	Bco	Salones	
Comedor o restaurant		Pasadizos	
Sala de estar		Cocina	
Oficinas		Lavandería	

16. ¿Qué tipos de puertas tiene el hotel?

Giratorias Herrería Cortinas Materiales mixtos
Tambor Madera Otros(especificar): _____

17. ¿Las ventanas cuentan con?

Cortinas 3 capas _____
Persianas _____
Otros(especificar): _____

18. ¿Cuenta con materiales aislantes en techos y paredes?

No ○ Si ● ¿Cuáles? Bovedilla (cacetón)

C. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. ¿Las instalaciones fueron diseñadas para uso de hotel o éste fue adaptado a la construcción?

Fue diseñado para hotel ● Fue adaptado ○

2. ¿Cuenta con planos eléctricos y arquitectónicos actualizados?

No ○ Mostró el plano: Si ○ No ○

3. ¿Tiene planeado la ampliación o modernización del hotel?

No ○ Si ● ¿Cuándo? En proceso

4. El mantenimiento de la infraestructura, se realiza:

En forma permanente ● Cada semestre ○ Cada año ○ Cada 2 años ○

5. ¿Cuenta con subestación eléctrica?

Si ● Su tarifa es: OM ○ HM ○ Otra: _____
No ○ Su tarifa es: Tarifa 1 ○ Tarifa 2 ○ Tarifa 3 ○ Otra: _____

6a. El consumo de energía eléctrica de los seis últimos meses es:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
kw/h	45141	32855	43725	69617	92876	92535
DF (kW)	104	84	45	228	233	273
Costo(\$)	13200.8	27257.23	81520.6	118400.23	139966.58	151005.13

6b. El consumo de DIESEL para generar energía eléctrica de los seis últimos meses es:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Litros	5000	3000	4000	4000	2500	1000
Costo(\$)	41200	24960	33600	33920	21400	8600

D. SISTEMA DE ILUMINACIÓN

a. Iluminación Interior

1. Iluminación de las habitaciones:

Componentes usados	Tipo de habitación							
	SIMPLE	DOBLE						
Superficie(m ²): 18								
Incandescente 100W								
Incandescente 75 W								
Incandescente 60 W								
Incandescente 50 W		2						
Fluorescentes 75 W								
Fluorescentes 58W								
Fluorescentes 54W								
Fluorescentes 40W								
Fluorescentes 39W								
Fluorescentes 32 W								
Fluorescente compactas de 30W								
Fluorescente compactas de 21W								
Fluorescente compactas de 13 W		6						
Dicroicas de 50 W								
Dicroicas de 35 W								
Dicroicas de 20 W								

Regleta sencilla	
Regleta con cubeta de plástico opal	X
Con reflector y lamas en V	
Con reflector y rejilla de retícula fina	
De baja luminancia con reflectores parabólicos y rejillas de lamas	
De baja luminancia con reflectores parabólicos y rejilla de lamas para lámpara de 16 mm.	

Balasto convencional 30 W	X
Balasto electrónico 11 W	

2. Iluminación de otros ambientes:

Componentes usados	Ambiente						
	SALON	BAR	RESTAUR.	COCINA	ESTAR	PASADIZOS	LAVANDERIA

Lámparas	Superficie(m ²)							
	Incandescente 100W							
	Incandescente 75 W							
	Incandescente 60 W							
	Incandescente 50 W							
	Fluorescentes 75 W							
	Fluorescentes 58W							
	Fluorescentes 54W							
	Fluorescentes 40W							
	Fluorescentes 39W							
	Fluorescentes 32 W							
	Fluorescente compactas de 30W							
	Fluorescente compactas de 21W							
	Fluorescente compactas de 13 W	X		X		X		X
	Dicroicas de 50 W							
	Dicroicas de 35 W							
	Dicroicas de 20 W							
Luminarias	Regleta sencilla							
	Regleta con cubeta de plástico opal	X						
	Con reflector y lamas en V							
	Con reflector y rejilla de retícula fina							
	De baja luminancia con reflectores parabólicos y rejillas de lamas							
	De baja luminancia con reflectores parabólicos y rejilla de lamas para lámpara de 16 mm							
Balastos	Balasto convencional 30 W	X						
	Balasto electrónico 11 W							

b. Iluminación Exterior

1. Lámparas usadas en iluminación exterior

LAMPARA	CANTIDAD
Reflectores de 400 W	15
Vapor de Mercurio de 250 W	
Vapor de Mercurio de 150 W	
Vapor de Mercurio Alta Presión	
Halógena Convencional	

Incandescencia	
Vapor de Sodio Alta Presión	
Vapor de Sodio Baja Presión	
Halogenuros Metálicos	
Fluorescentes compactas	
De Diodos (LEDs)	

c. Sistemas de control y regulación de alumbrado

1. Cuenta con sistema de control de tiempo:

Encendido y apagado según horario establecido SI NO Fotoceldas

2. Cuenta con sistema de control de ocupación:

Detectores de presencia SI NO _____

Uso de tarjetas SI NO _____

3. Cuenta con sistema de aprovechamiento de luz diurna:

Instalación de fotocélulas SI NO _____

4. Instalación de interruptores localizados:

Desconexión de iluminación por zonas SI NO _____

d. Mantenimiento de Instalaciones eléctricas

1. ¿Cuenta con programa de mantenimiento de instalaciones eléctricas?

SI NO

2. El Mantenimiento de la subestación se realiza cada:

Trimestre Semestre Año 2 años No se realiza

3. El mantenimiento de la infraestructura, se realiza:

En forma permanente Cada semestre Cada año Cada 2 años

4. La limpieza de lámparas, se realiza cada:

Trimestre Semestre Año 2 años No se realiza

5. La limpieza de luminarias, se realiza cada:

Trimestre Semestre Año 2 años No se realiza

6. Cuenta con aislamiento correcto de las instalaciones y sus equipos:

SI NO

e. Zonificación de circuitos

1. ¿Los puntos de luz comunes están zonificados?

SI NO

f. Aprovechamiento de la luz diurna

1. ¿Existen sombras que afectan el aprovechamiento de la luz diurna, generadas por otros edificios, árboles, etc.?

NO SI provocadas por: _____

2. ¿El tamaño y localización de las ventanas son adecuadas?

SI NO

3. ¿El tamaño y localización de los tragaluces son adecuados?

SI NO

4. ¿Los vidrios utilizados en las ventanas son adecuados para el aprovechamiento de la luz diurna?

SI NO

E. PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

1. ¿Se capacita al personal que labora en el hotel sobre medidas de eficiencia energética?

- NO SI Cada qué periodo? Cada seis meses
2. ¿Existe un responsable de eficiencia energética en el hotel?
NO SI Quién? Supervisor General y empleados
3. ¿Se lleva una administración de los consumos energéticos?
NO SI Cómo? Por revisión de facturas mensuales
4. Se concientiza a los usuarios del hotel, sobre eficiencia energética:
- Conversando con ellos al momento de tomar los servicios: SI NO
- A través de avisos en afiches: SI NO
- A través de cartillas: SI NO

F. AGUA CALIENTE SANITARIA

1. ¿Cuenta con Caldera?
NO SI { Cuenta con bitácoras de consumo SI NO
Cantidad: Capacidad:
2. ¿Cuenta con Calentadores Industriales?
NO SI { Cuenta con bitácoras de consumo SI NO
Cantidad: Capacidad:
3. ¿Emplea energía solar para calentamiento de agua?
NO SÍ Cuáles son sus especificaciones técnicas? 15 m2 el agua entra a 3
Colectores planos 15 m2
4. ¿Tiene control de temperatura de almacenamiento?
SI NO
5. ¿Usa válvulas termostáticas para limitación y regulación de la temperatura?
SI NO
6. ¿Tiene instalado sistemas de bajo consumo (duchas y grifos)?
SI NO 40%
7. ¿Cuenta con programa de mantenimiento del sistema?
SI NO
8. ¿Cada qué tiempo se realiza la limpieza y desinfección de las instalaciones?
3 meses 4 meses 6 meses 1 año
9. ¿Qué tipo de combustible usa?
Gas natural Gas LP Diesel Otros(indicar): _____

10. Consumo de combustible en los seis últimos meses: Nota: El consumo de gas LP para agua sanitaria

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Litros						
Costo(\$)						

G. SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

1. ¿Con qué tipo de aire acondicionado cuenta?
Central Por habitación Paquetes Otro: _____
No cuenta con sistema de aire acondicionado Ventiladores:
2. ¿Si su sistema es centralizado de qué tipo es?
Agua helada Expansión directa { Unizona Multizona
Otro: _____ Capacidad: _____
3. Los sistemas de aire acondicionado usados son:

TIPO	UBICACIÓN	CANTIDAD	%

Ventana	<input type="radio"/>				
Miniplit	<input checked="" type="radio"/>				18,000 Btu
Consola	<input type="radio"/>				
Otro: _____	<input type="radio"/>				

4. ¿Cuenta con programa de control y regulación de las instalaciones? SI NO

Mantenimiento cada 4 meses

5. ¿Cuenta con sistema de calefacción? SI NO

6. ¿Con qué tipo de generador de calefacción cuenta?

Caldera con radiadores de agua Caldera con losa o suelo radiante

De energía eléctrica por acumulación de eléctrica

7. ¿Cuenta con sistema generador de calefacción solar? SI NO

8. ¿Qué tipo de combustible usa?

Gas natural Gas LP Diesel Otros(indicar): _____

9. Consumo de combustible en los seis últimos meses:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Litros						
Costo(\$)						

H. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

1. ¿Cuenta con sistema de refrigeración?

SI NO

2. Tipo de sistema de refrigeración usada:

Sistema	Cantidad	Capacidad
Refrigeradores		
Congeladores		
Servibar	4-5 pies	50
Enfriadores de agua		
Fábrica de hielo	1	400 kg(día)
Cuarto frío de conservación	1	6m2
Cuarto de congelación		
Otro: _____		

5 hp

I. ASCENSORES O ELEVADORES

1. ¿Su hotel cuenta con ascensores o elevadores? SI NO

2. ¿Con cuántos ascensores cuenta?

Uno Dos Tres Cuatro

3. Capacidad de transporte de los ascensores(kg):

4. ¿Qué tipo de accionamiento tienen los ascensores?

Electromecánico Hidráulico

J. COCINA

1. Equipos o artefactos usados en la cocina:

ARTEFACTOS	Freidoras	Estufone	Hornos	Planchas	Parrillas
CANTIDAD	2	4	1	2	4
CARÁCTER.					

K. LAVANDERÍA

1. ¿Cuenta con lavandería? SI NO

2. ¿La producción de agua caliente para lavandería es centralizada?

SI NO

3. ¿Qué tipo de energía se usa para calentamiento de agua?

Eléctrica Solar Térmica

4. ¿Qué tipo de combustible usa?

Gas natural Gas LP Diesel Otros(indicar): _____

5. Consumo de combustible en los seis últimos meses:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Litros						
Costo(\$)	53275.1	58343.95	36487.79	55539.54	43808.9	65515.47

L. EQUIPOS INSTALADOS EN LAS HABITACIONES

HABITACIONES			EQUIPOS	
Tipo	Superficie	Cantidad	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SIMPLES			Televisor	
			Refrigerador	
			Estufa a gas	
			Estufa eléctrica	
			Lámparas de buró	
			Radio despertador	
			Equipo de aire autónomo	
			Lámpara de pie	
			Ventilador de techo	
			Ventilador de pie	
			Extractor en el baño	
			Cafetera	
			Secador de pelo	
			Otros: _____	

DOBLES			Televisor	1
			Refrigerador	1
			Estufa a gas	
			Estufa eléctrica	
			Lámparas de buró	2
			Radio despertador	
			Equipo de aire autónomo	
			Lámpara de pie	
			Ventilador de techo	
			Ventilador de pie	
			Extractor en el baño	1
			Cafetera	1
			Secador de pelo	1
			Otros: _____	

			Televisor	
			Refrigerador	
			Estufa a gas	
			Estufa eléctrica	

TRIPLES			Lámparas de buró	
			Radio despertador	
			Equipo de aire autónomo	
			Lámpara de pie	
			Ventilador de techo	
			Ventilador de pie	
			Extractor en el baño	
			Cafetera	
			Secador de pelo	
			Otros: _____	

	SUITE			Televisor
			Refrigerador	1
			Estufa a gas	
			Estufa eléctrica	1
			Lámparas de buró	1
			Radio despertador	
			Equipo de aire autónomo	2
			Lámpara de pie	
			Ventilador de techo	
			Ventilador de pie	
			Extractor en el baño	1
			Cafetera	1
			Secador de pelo	1
			Otros: ___ Licuadoras _____	

PENTHOUSE			Televisor	
			Refrigerador	
			Estufa a gas	
			Estufa eléctrica	
			Lámparas de buró	
			Radio despertador	
			Equipo de aire autónomo	
			Lámpara de pie	
			Ventilador de techo	
			Ventilador de pie	
			Extractor en el baño	
			Cafetera	
			Secador de pelo	
			Otros: _____	

M. OTROS SERVICIOS

1. ¿Cuenta con servicio de Internet?

SI NO

2. El servicio de Internet es de uso:

Exclusivo del hotel Para todos los huéspedes

3. Equipos de Internet: _____

Equipo	Cantidad
Modem	
Router WiFi	X
Switch	

4. Cuenta con Alberca?
SI NO

5. ¿La Alberca está iluminada?
NO SI

¿Con cuántas lámparas y luminarias? 4
Indicar tipo: 400 W

6. ¿La alberca cuenta con sistemas de climatización de agua?
NO SI

¿De qué tipo? _____
Consumo mensual de energía eléctrica: _____
Consumo mensual de combustibles: _____

7. ¿Cuenta con campo deportivo?
SI NO

8. ¿El campo deportivo está iluminado?
NO SI

¿Con cuántas lámparas y luminarias? _____
Indicar tipo: _____

N. ESTACIONALIDAD DE LA DEMANDA

1. La demanda aproximada por estación del año es:

ESTACION	%
PRIMAVERA	90
VERANO	80
OTOÑO	40
INVIERNO	99

2. La demanda aproximada por mes es:

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
%						
MES	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
%						

O. CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE

1. ¿Considera Ud. Que la generación y uso de energía influye en la contaminación ambiental?
SI NO

2. ¿Cree Ud. que una adecuada gestión de eficiencia energética en hoteles contribuye al cuidado del medio ambiente?
SI NO

5

328.5

4°C y sale a 70°C

ria, alimentos y lavandería se encuentra en la tabla de LAVANDERÍA

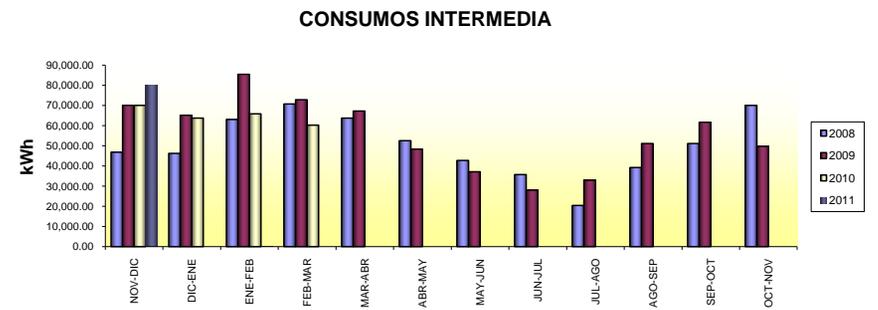
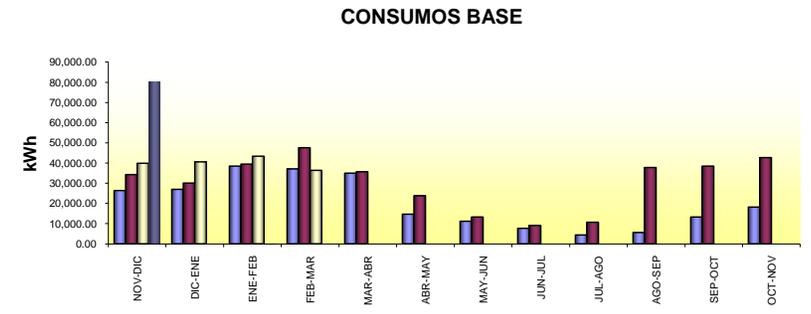
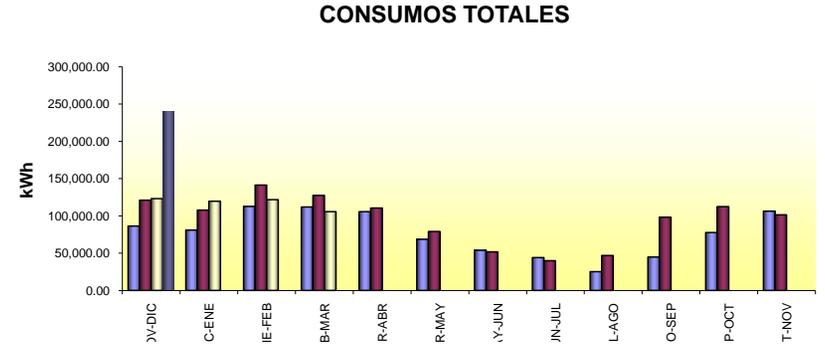
TABLAS Y GRAFICOS DE CONSUMOS Y DEMANDAS

CONSUMOS TOTALES					
	2008	2009		2010	2011
NOV-DIC	86,400.00	121,100.00		123,200.00	240,000.00
DIC-ENE	81,000.00	107,800.00		119,700.00	0.00
ENE-FEB	112,700.00	141,400.00		121,800.00	5.00
FEB-MAR	112,000.00	127,400.00		105,700.00	0.00
MAR-ABR	105,700.00	110,600.00		0.00	0.00
ABR-MAY	68,600.00	79,100.00		0.00	0.00
MAY-JUN	53,900.00	51,800.00		0.00	0.00
JUN-JUL	44,100.00	39,900.00		0.00	0.00
JUL-AGO	25,200.00	46,900.00		0.00	0.00
AGO-SEP	44,800.00	98,210.00		0.00	0.00
SEP-OCT	77,700.00	112,490.00		0.00	0.00
OCT-NOV	106,400.00	101,500.00		0.00	0.00
TOTALES	918,500.00	1,138,200.00		470,400.00	240,005.00

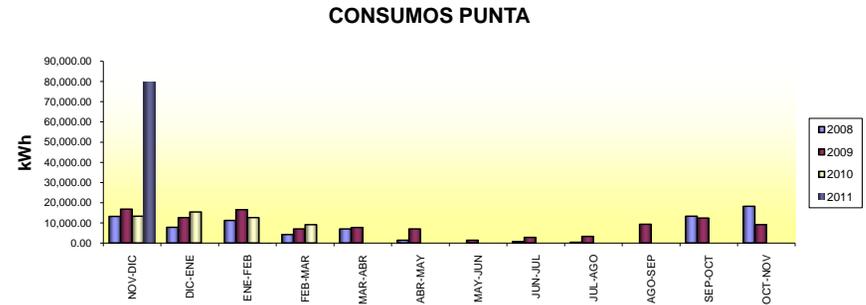
CONSUMOS BASE					
	2008	2009		2010	2011
NOV-DIC	26,400.00	34,300.00		39,900.00	80,000.00
DIC-ENE	27,000.00	30,100.00		40,600.00	0.00
ENE-FEB	38,500.00	39,481.82		43,400.00	2.00
FEB-MAR	37,100.00	47,600.00		36,400.00	0.00
MAR-ABR	35,000.00	35,700.00		0.00	0.00
ABR-MAY	14,700.00	23,800.00		0.00	0.00
MAY-JUN	11,200.00	13,300.00		0.00	0.00
JUN-JUL	7,700.00	9,100.00		0.00	0.00
JUL-AGO	4,400.00	10,696.49		0.00	0.00
AGO-SEP	5,600.00	37,800.00		0.00	0.00
SEP-OCT	13,300.00	38,500.00		0.00	0.00
OCT-NOV	18,212.61	42,700.00		0.00	0.00
TOTALES	239,112.61	363,078.31		160,300.00	80,002.00

CONSUMOS INTERMEDIA					
	2008	2009		2010	2011
NOV-DIC	46,800.00	70,000.00		70,000.00	80,000.00
DIC-ENE	46,200.00	65,100.00		63,700.00	0.00
ENE-FEB	63,000.00	85,390.91		65,800.00	2.00
FEB-MAR	70,700.00	72,800.00		60,200.00	0.00
MAR-ABR	63,700.00	67,200.00		0.00	0.00
ABR-MAY	52,500.00	48,300.00		0.00	0.00
MAY-JUN	42,700.00	37,100.00		0.00	0.00
JUN-JUL	35,700.00	28,000.00		0.00	0.00
JUL-AGO	20,400.00	32,912.28		0.00	0.00
AGO-SEP	39,200.00	51,100.00		0.00	0.00
SEP-OCT	51,100.00	61,600.00		0.00	0.00
OCT-NOV	69,974.77	49,700.00		0.00	0.00
TOTALES	601,974.77	669,203.19		259,700.00	80,002.00

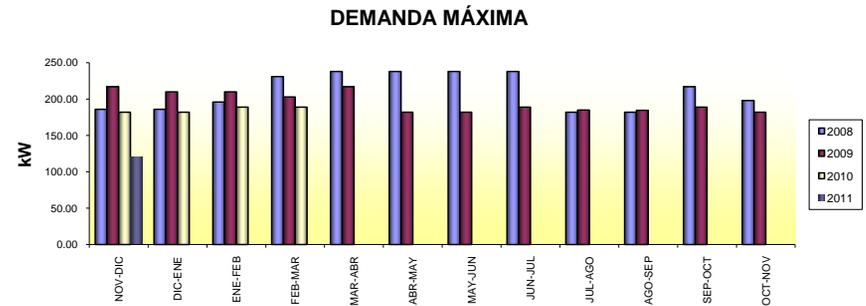
DATOS DE HOTEL "COSTA SOL"



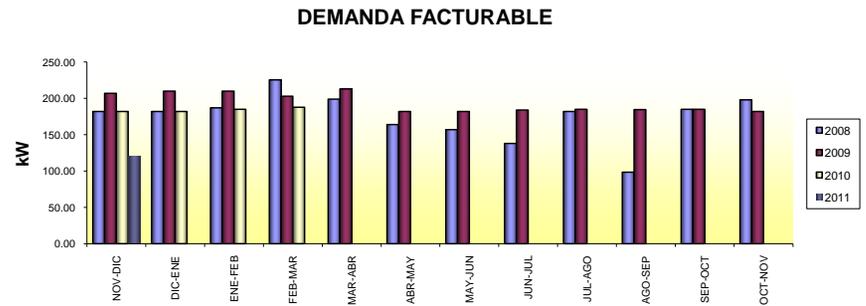
CONSUMOS PUNTA						
	2008	2009			2010	2011
NOV-DIC	13,200.00	16,800.00			13,300.00	80,000.00
DIC-ENE	7,800.00	12,600.00			15,400.00	0.00
ENE-FEB	11,200.00	16,527.27			12,600.00	1.00
FEB-MAR	4,200.00	7,000.00			9,100.00	0.00
MAR-ABR	7,000.00	7,700.00			0.00	0.00
ABR-MAY	1,400.00	7,000.00			0.00	0.00
MAY-JUN	0.00	1,400.00			0.00	0.00
JUN-JUL	700.00	2,800.00			0.00	0.00
JUL-AGO	400.00	3,291.23			0.00	0.00
AGO-SEP	0.00	9,310.00			0.00	0.00
SEP-OCT	13,300.00	12,390.00			0.00	0.00
OCT-NOV	18,212.61	9,100.00			0.00	0.00
TOTALES	77,412.61	105,918.50			50,400.00	80,001.00



DEMANDA MÁXIMA						
	2008	2009			2010	2011
NOV-DIC	186.00	217.00			182.00	121.00
DIC-ENE	186.00	210.00			182.00	0.00
ENE-FEB	196.00	210.00			189.00	0.00
FEB-MAR	231.00	203.00			189.00	0.00
MAR-ABR	238.00	217.00			0.00	0.00
ABR-MAY	238.00	182.00			0.00	0.00
MAY-JUN	238.00	182.00			0.00	0.00
JUN-JUL	238.00	189.00			0.00	0.00
JUL-AGO	182.00	185.00			0.00	0.00
AGO-SEP	182.00	184.61			0.00	0.00
SEP-OCT	217.00	189.00			0.00	0.00
OCT-NOV	198.00	182.00			0.00	0.00



DEMANDA FACTURABLE						
	2008	2009			2010	2011
NOV-DIC	182.00	207.00			182.00	121.00
DIC-ENE	182.00	210.00			182.00	0.00
ENE-FEB	187.00	210.00			185.00	0.00
FEB-MAR	225.50	203.00			187.83	0.00
MAR-ABR	199.00	213.00			0.00	0.00
ABR-MAY	164.00	182.00			0.00	0.00
MAY-JUN	157.00	182.00			0.00	0.00
JUN-JUL	138.00	184.00			0.00	0.00
JUL-AGO	182.00	185.00			0.00	0.00
AGO-SEP	98.45	184.61			0.00	0.00
SEP-OCT	185.00	185.00			0.00	0.00
OCT-NOV	198.00	182.00			0.00	0.00



	Consumos Totales			Promedio mensual	Demanda	Factor de	Factor de	Costo de	COSTO
	kWh			kWh	Facturable	Potencia	Carga	energía	POR kWh
2008	918,500			76,541.67	174.83	0.85	1.31	1029129.62	0.92
2009	1,138,200			94,850.00	193.97	0.81	1.78	1391696.13	1.00
2010	470,400			117,600.00	184.21	0.74	0.84	774189.24	1.35
2011	240,005			120,002.50	121.00	#DIV/0!	0.67	295898.80	1.01

AUDITORÍA ENERGÉTICA



HOTEL “COSTA Y SOL”

REPORTE EJECUTIVO

Ago-10

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO REPORTE

El alcance de este trabajo es la elaboración de una Auditoria **HOTEL**

“COSTA Y SOL”

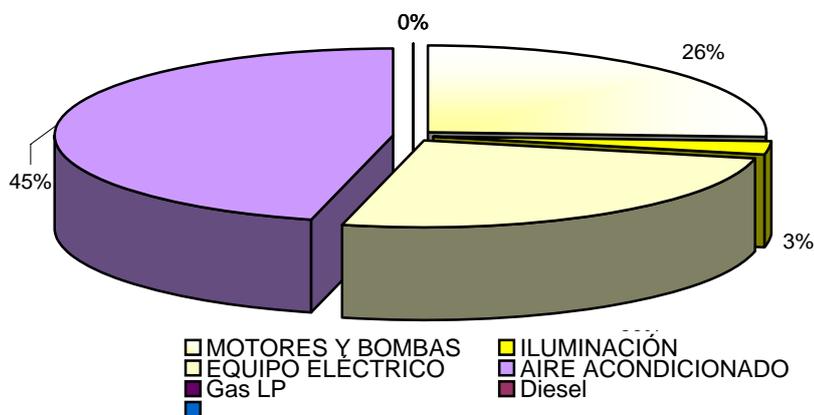
UBICADO EN: AV VERACRUZ
BOCA DEL RIO, VERACRUZ

Específicamente se analizaron los siguientes sistemas consumidores de energía:

- Acometida eléctrica
- Sistemas de fuerza (análisis de los motores)
- Alumbrado de las instalaciones (interno y externo)
- Calefacción del agua de regaderas (propuesta)
- Cocción de alimentos
- Aire acondicionado

De toda la energía utilizada en el: HOTEL "COSTA Y SOL"
El porcentaje de energía eléctrica: 53.18% kW
El porcentaje de energía térmica: 46.82% kW

CONSUMO TOTAL DE ENERGIA 6,572.78 MJ/año



SISTEMA ELÉCTRICO[1]

La energía eléctrica que recibe la instalación es suministrada a través de sistemas aéreos.

En media tensión, suministrada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE),
Con las siguientes características:

- tres fases,
- tres hilos,
- frecuencia de 60 Hz
- un voltaje de 13,200 V

Con la cual se tiene contratado el servicio en tarifa: HM (Ordinaria media tensión)

Esto debido a que se cuenta con cargas mayores de 100 kW

El Hotel cuenta con un transformador, tipo estación para adecuar la señal de voltaje a y se emplea para alimentar equipos de la administración, del hotel, del restaurante y motores, según sus necesidades. Con una capacidad de 100kVa

Como parte del sistema de distribución se tiene un interruptor general ubicado después del transformador y dos tableros principales que alimentan al hotel (zona de habitaciones) edificios, restaurante, etc.

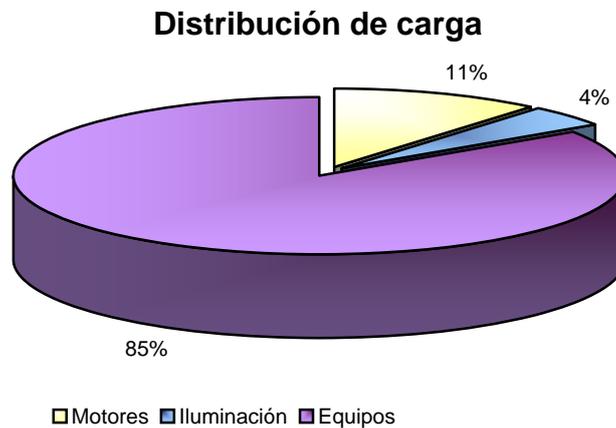
[1] En el informe general se presentan y se analizan los resultados obtenidas

En las cuchillas del tablero principal se realizó el monitoreo de parámetros eléctricos para el transformador, el objetivo es determinar la forma en que opera y las acciones a considerar para aumentar la confiabilidad del sistema.
 Su consumo de energía durante los tres últimos años, según datos de facturación, es:

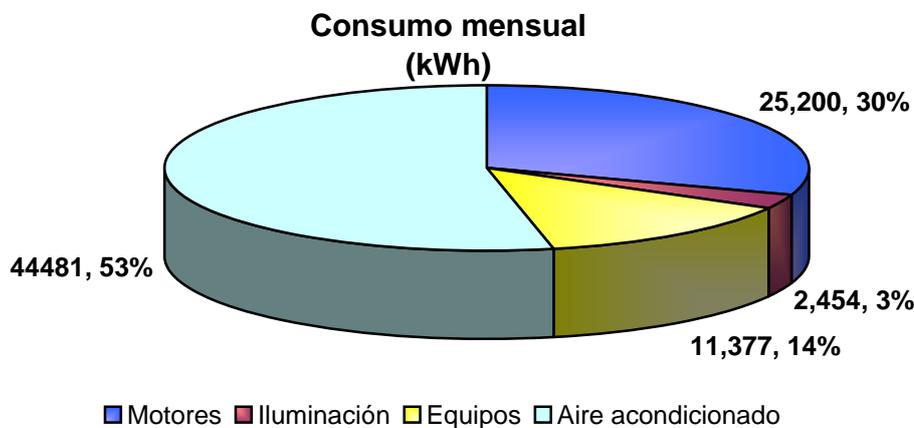
	Consumos	Promedio mensual	Demanda	Factor de	Factor de	Costo de	COSTO POR kWh \$/kWh
	Totales kWh	kWh	Facturable	Potencia	Carga	energía	ponderado
2008	122670	49290	183	1.000	0.2623	225845	1.3281
2,009	971,002	80,919	170	1.000	1.0820	1160124	1.0389
2010	478282	68326	168	0.999	0.4696	732389	1.3316

Cargas conectadas

El cuadro de la carga instalada arrojó los siguientes resultados de distribución de carga conectada:



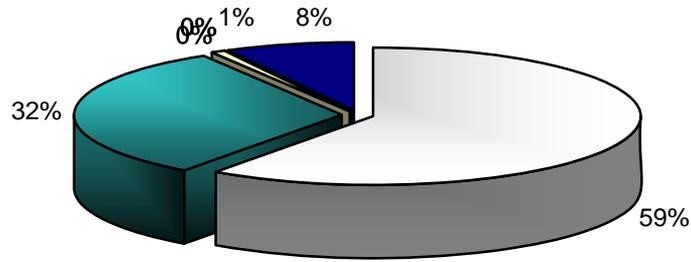
Y también, de la información recabada se estimó que la distribución de los sistemas consumidores de energía eléctrica es:



Sistema d

En el sistema de iluminación, la distribución del uso de luminarias es la siguiente en el HOTEL "COSTA Y SOL"

Distribución de tipo de luminaria



- Luminaria fluorescente
- Vapor de Mercurio
- Luz de emergencia
- Lámpara ahorradora
- Vapor de sodio
- Leds
- Focos incandescentes
- Aditivos Metálicos
- Dicroicas

Sistema Termico

El sistema termico de "COSTA Y SOL" se distribuye de la siguiente manera:

